ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्था

(अर्थात लाऊडस्पीकर व्यवस्था)

लेखक : श्री. वि. सोहोनी

बी.ए. ॲसोशिएट, आय.ई.टी.ई.

महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृति मंडळ, मुंबई

ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्था

लेखक

श्रीनिवास विनायक सोहोनी

बी.ए., ॲसोशिएट आय.ई.टी.ई.

महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळ

प्रथमावृत्ती, सप्टेंबर १९७७

प्रकाशक

सचिव
महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळ
मंत्रालय, मुंबई ४०० ०३२

मुद्रक

व्यवस्थापक,
शासकीय मध्यवर्ती मुद्रणालय
मुंबई ४०० ००४

मूल्य : २२ रुपये

निवेदन

आधुनिक शास्त्रे, ज्ञानविज्ञाने, तंत्र आणि अभियांत्रिकी इत्यादी क्षेत्रांत त्याचप्रमाणे भारतीय प्राचीन संस्कृती, इतिहास, कला इत्यादी विषयांत मराठी भाषेला विद्यापीठाच्या स्तरावर ज्ञानदान करण्याचे सामर्थ्य यावे हा मुख्य उद्देश लक्षात घेऊन साहित्य संस्कृती मंडळाने वाङ्मय निर्मितीचा विविध कार्यक्रम हाती घेतला आहे. मराठी विश्वकोश, मराठी भाषेचा शब्दकोश, वाङ्मयकोश, विज्ञानमाला, भाषांतरमाला, आंतरभारती-विश्वभारती, महाराष्ट्रेतिहास इत्यादी योजना या कार्यक्रमात अंतर्भूत केल्या आहेत.

२. मराठी भाषेला विद्यापीठीय भाषेचे प्रगल्भ स्वरूप व दर्जा येण्याकरिता मराठी विज्ञान, तत्त्वज्ञान, सामाजिक शास्त्रे आणि तंत्रविज्ञान या विषयांवरील संशोधनात्मक व अद्ययावत माहितीने युक्त अशा ग्रंथांची रचना मोठ्या प्रमाणावर होण्याची आवश्यकता आहे. शिक्षणाच्या प्रसाराने मराठी भाषेचा विकास होईल ही गोष्ट तर निर्विवादच आहे. पण मराठी भाषेचा विकास होण्यास आणखीही एक साधन आहे आणि ते साधन म्हणजे मराठी भाषेत निर्माण होणारे उत्कृष्ट वाङ्मय हे होय. जीवनाच्या भाषेतच ज्ञान व संस्कृती यांचे अधिष्ठान तयार व्हावे लागते. जोपर्यंत माणसे परकीय भाषेच्याच आश्रयाने शिक्षण घेतात, कामे करतात व विचार व्यक्त करतात तोपर्यंत शिक्षण सकस बनत नाही, संशोधनाला परावलंबित्व रहाते व विचाराला अस्सलपणा येत नाही. एवढेच नव्हे तर वेगाने वाढणाऱ्या ज्ञानविज्ञानापासून सर्वसामान्य माणसे वंचित राहतात.

३. वरील विषयांवर केवळ परिभाषाकोश अथवा पाठ्यपुस्तके प्रकाशित करून विद्यापीठीय स्तरावर अशा प्रकारचे स्वरूप व दर्जा मराठी भाषेला प्राप्त होणार नाही. सर्वसामान्य सुशिक्षितांपासून तो प्रज्ञावंत पंडितांपर्यंत मान्य होतील अशा ग्रंथांची रचना व्हावयास पाहिजे. मराठी भाषेत किंवा अन्य भारतीय भाषांमध्ये विज्ञान, सामाजिक शास्त्रे व तंत्रविज्ञान या विषयांचे प्रतिपादन करावयास उपयुक्त

अशा परिभाषासूची किंवा परिभाषाकोश तयार होत आहेत. पश्चिमी भाषांना अशा प्रकारच्या कोशांची गरज नसते, याचे कारण उघड आहे. पश्चिमी भाषांत ज्या विद्यांचा संग्रह केलेला असतो, त्या विद्यांची परिभाषा सतत वापराने रूढ झालेली असते. त्या शब्दांचे अर्थ त्यांच्या उच्चारांबरोबर वा वाचनाबरोबर वाचकांच्या लक्षात येतात, निदान त्या त्या विषयांतील जिज्ञासूंना तरी ते माहीत असतात. अशी स्थिती मराठी किंवा अन्य भारतीय भाषांची नाही. परिभाषा किंवा शब्द यांचा प्रतिपादनाच्या ओघात प्रतिष्ठित लेखांत व ग्रंथांत समर्पकपणे वारंवार उपयोग केल्याने अर्थ व्यक्त करण्याची त्यात शक्ती येते. अशा तऱ्हेने उपयोगात न आलेले शब्द केवळ कोशात पडून राहिल्याने अर्थशून्य राहतात. म्हणून मराठीला आधुनिक ज्ञानविज्ञानाची भाषा बनविण्याकरिता शासन, विद्यापीठे, प्रकाशनसंस्था व त्या त्या विषयांचे कुशल लेखक यांनी मराठी ग्रंथरचना करणे आवश्यक आहे.

४. वरील उद्देश ध्यानात ठेवून मंडळाने जो बहुविध वाङ्मयीन कार्यक्रम आखला आहे त्यातील पहिली पायरी म्हणून सामान्य सुशिक्षित वाचकवर्गाकरिता, इंग्रजी न येणाऱ्या कुशल कामगारांकरिता व पदवी/पदविका घेतलेल्या अभियंत्यांकरिता सुबोध भाषेत लिहिलेली विज्ञान व तंत्रविषयक पुस्तके प्रकाशित करून स्वल्प किंमतीत देण्याची व्यवस्था केलेली आहे. मंडळाने आजवर आरोग्यशास्त्र, शरीरविज्ञान, जीवशास्त्र, आयुर्वेद, गणित, ज्योतिषशास्त्र, भौतिकी, रेडिओ, अणुविज्ञान, सांख्यिकी, स्थापत्यशास्त्र, वनस्पतिशास्त्र, इत्यादी विषयांवर ३५ दर्जेदार पुस्तके विज्ञानमालेत प्रकाशित केली आहेत. वस्त्रोद्योग, प्रकाशचित्रणकला, गणकयंत्रे, रंग, कृत्रिम धागे, खनिज तेल व तज्जन्य रसायने, पुस्तक-बांधणी मोटारदुरुस्ती, वैमानिक विद्या, अवकाशयान, सागरनिर्मिती, इत्यादी इतर अनेक विषयांवर पुस्तके तयार होत आहेत.

५. मंडळाच्या विज्ञानमालेत 'Public Address System' या विषयावर श्री. श्री. वि. सोहोनी यांनी ग्रंथरचना केली असून सदर ग्रंथ 'ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्था' या शीर्षकाने प्रकाशित करण्यास मंडळास आनंद होत आहे.

६. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या सोयीमुळे मान्यवर नेत्यांना आधुनिक काळात लाखोंच्या समुदायापुढे भाषण करता येते याची समर्पक कल्पना देण्यासाठी

स्व. पं. जवाहरलाल नेहरू यांच्या एका विराट सभेचे चित्र वरील प्रकाशनात अंतर्भूत करण्यास प्रमुख संचालक, प्रसिद्धी व जनसंपर्क, महाराष्ट्र राज्य, मंत्रालय, मुंबई-३२ यांनी मंडळास अनुमती दिल्याबद्दल त्यांचे मी आभार मानतो. त्याचप्रमाणे, आहुजा रेडिओज, नवी दिल्ली-२० या कंपनीने Public Address System साठी वापरल्या जाणाऱ्या ॲम्प्लिफायर्सचे दोन मंडल-नकाशे मंडळाच्या वरील प्रकाशनात छापण्याची परवानगी दिल्याबद्दल त्यांचेही मी मनःपूर्वक आभार मानतो.

७. या विषयावरील प्रस्तुत पुस्तक हे मराठीतील पहिलेच पुस्तक असल्याने मराठी वाचकांच्या दृष्टीने एक उणीव भरून निघाली आहे. या विषयाच्या अभ्यासकांना, व्यावसायिकांना व या विषयाची रुची असलेल्या सर्वसाधारण मराठी वाचकांना श्री. सोहोनी यांचे प्रस्तुत पुस्तक उपयुक्त होईल अशी आशा आहे.

लक्ष्मणशास्त्री जोशी

अध्यक्ष

महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळ

मुंबई :
फाल्गुन २, शके १८९८
सोमवार, दिनांक २१ फेब्रुवारी १९७७

प्रस्तावना

इंग्रजीत ज्या विषयास "Public Address System" किंवा "Sound Reinforcement and Distribution System" असे म्हणतात त्या विषयावर मराठी भाषेतून समग्र तांत्रिक माहिती देणारे हे पहिलेच प्रकाशन असल्याने ह्या प्रकाशनाच्या उद्दिष्टांविषयी स्पष्टीकरण किंवा समर्थन करण्याची आवश्यकता नाही.

"Public Address System" ह्या विषयासाठी वृत्तपत्र व्यावसायिकांनी "लाऊड-स्पीकर व्यवस्था" ही मराठी पारिभाषिक शब्दरचना ह्या विषयावरील हे तांत्रिक लिखाण प्रसिद्ध होण्यापूर्वीच कित्येक वर्षे रूढ केली आहे आणि सामान्य मराठी भाषिकांस ह्या शब्दरचनेत अभिप्रेत असलेला अर्थ सहज व ताबडतोब लक्षात येतो. परंतु "लाऊडस्पीकर व्यवस्थे" ऐवजी "ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था" ही पारिभाषिक शब्दरचना तांत्रिक दृष्ट्या अधिक अर्थपूर्ण व समर्पक असल्याने हीच शब्दरचना ह्या पुस्तकात वापरली आहे.

एक उपजीविकेचे साधन ह्या दृष्टीने ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था आज कित्येक अनभिज्ञ व्यावसायिकांकडून हाताळली जात असल्याचे आढळून येते. अशा अनभिज्ञ व्यावसायिकांना ह्या विषयाची तांत्रिक माहिती नसल्याने व ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था वैयक्तिक व सार्वजनिक समारंभांमध्ये कित्येकदा एक जाहिरातबाजीचे साधन म्हणून वापरली जाऊ लागल्याने ती एक उपयुक्त साधन न होता, सामान्य जनांस तिच्या कर्णकर्कश (आणि बहुधा विकृत) आवाजामुळे आसमंतात तासन् तास गडबड-गोंधळ, त्रास व कटकट निर्माण करणारी व त्यामुळे मन:शांती ढळण्यास कारणीभूत होणारी ब्याद वाटू लागली आहे. अनभिज्ञ व्यावसायिकांनी ह्या प्रकाशनाचा अभ्यास केला तर ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील निरनिराळी उपकरणे व साधनसामग्री त्यांना नीटपणे हाताळता तर येतीलच, परंतु त्यांचा हल्ली चाललेला अनावश्यक दुरुपयोगही त्यांच्या हातून होणार नाही अशी लेखकास आशा वाटते.

ध्वनिवर्धन व वितरण ह्या विषयावर तांत्रिक माहिती ह्या पुस्तकात क्रमश: अशा रीतीने सादर केली आहे की, ज्या वाचकास ह्या विषयाची काहीही माहिती नाही त्यासही ती जास्त प्रयास न होता अवगत व्हावी. सुरुवातीच्या सहा प्रकरणांमध्ये ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच सामान्य विवेचन केल्यानंतर अशा व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या उपकरणांची व साधनसामग्रीची सविस्तर तांत्रिक माहिती दिली आहे. नंतर

प्रकरण ७ व ८ मध्ये ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या उभारणीविषयीचे व ह्या संबंधात निर्माण होणाऱ्या विविध समस्या व त्या सोडविण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या अत्याधुनिक तंत्रांविषयीचे सविस्तर विवेचन केले आहे. प्रकरण ९ मध्ये काही सर्वसंमत ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थांचे व शेवटच्या म्हणजे दहाव्या प्रकरणात ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेची नित्य देखभाल व काळजी व कार्यातील विश्वसनीयतेसाठी (Reliability) वापरल्या जाणाऱ्या उपाययोजनांविषयीचे विवेचन केले आहे. त्यामुळे वाचकास ह्या एका प्रकाशनात वरील विषयांवरील सर्वांगीण व अत्याधुनिक माहिती उपलब्ध होईल.

आजच्या वैज्ञानिक व यांत्रिक युगात तंत्रविज्ञानाची प्रचंड वेगाने घोडदौड चालली असताना कोणत्याही वैज्ञानिक आणि तांत्रिक विषयाची नुसती तोंडओळख असून भागणार नाही. व्यावहारिक उपयुक्ततेच्या दृष्टीने कित्येक विषयांचे बाबतीत आज बऱ्याच उच्च स्तरावरील वैज्ञानिक व तांत्रिक ज्ञानाची आणि तपशिलाची आवश्यकता आहे. व्यावहारिक उपयुक्ततेचा हा दृष्टिकोन समोर ठेवून व तांत्रिक विषयाची प्रतिष्ठा कायम राखून "ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थे" विषयीची तांत्रिक माहिती, आकृत्या व रेखाचित्रांच्या सहाय्याने सुबोध व सोप्या मराठी भाषेत देण्याचा प्रयत्न ह्या पुस्तकात केला आहे. ह्या अवघड कार्यात ज्या काही प्रमुख इंग्लिश व अमेरिकन ग्रंथांचा आधार ह्या पुस्तकाच्या लिखाणासाठी लाभला अशा ग्रंथांची यादी ह्या पुस्तकाचे शेवटी दिली आहे.

ग्रंथ प्रकाशनाच्या कार्यात अनेक संस्थांचे सहकार्य व अनेक व्यक्तींचा हातभार लागावा लागतो. "ध्वनिवर्धन आणि विवरण व्यवस्था" ह्या पुस्तकाचा मंडळाचे प्रकाशन म्हणून स्वीकार केल्याबद्दल सर्वप्रथम महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृति मंडळाचे आभार मानले पाहिजेत. पुस्तकातील चित्रे, आकृत्या, नकाशे तसेच पुस्तकासाठी आकर्षक वेष्टण तयार करण्याचे काम शासकीय मध्यवर्ती मुद्रण व लेखणसामग्री संचालनालयाच्या "कला विभागा" वर सोपविण्यात आले होते. हे काम अतिशय परिश्रमपूर्वक व आस्थेने केल्याबद्दल "कला विभागा" चे आभार मानणे आवश्यक आहे. पुस्तकाच्या उत्कृष्ट छपाई आणि बांधणीचे श्रेयही शासकीय मध्यवर्ती मुद्रण व लेखनसामग्री संचालनालयाकडे जाते. उत्कृष्ट व दर्जेदार छपाई कामाचे बाबतीत शासकीय मध्यवर्ती मुद्रणालय एक नामांकित संस्था म्हणून आज अग्रेसर आहे. शासकीय मध्यवर्ती मुद्रणालयातील संबंधित सर्व व्यक्तींनी लेखकास अमोल सहकार्य देऊन छपाईचे काम अनेक अडचणी असताना देखील थोडक्या अवधीत मोठ्या हिरिरीने पूर्ण केल्याबद्दल त्या सर्वांचे जेवढे आभार मानावेत तेवढे थोडेच. शेवटी वेळात वेळ काढून मुद्रिते तपासण्यास लेखकास सहाय्य केल्याबद्दल सौ. विमला श्री. सोहोनी ह्यांचेही येथे आभार मानले पाहिजेत.

"ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्था" हे प्रकाशन रेडिओ दुरुस्ती व संबंधित विषयांच्या परीक्षेच्या दृष्टीने अभ्यास करणाऱ्या विद्यार्थ्यांस उपयुक्त तर होईलच, परंतु सर्वसामान्य जिज्ञासू वाचकांसही ह्या प्रकाशनातील तांत्रिक माहिती सहज पेलण्यासारखी आहे असा लेखकास विश्वास वाटतो. "ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थे" वरील ह्या प्रकाशनासही लेखकाच्या "रेडिओ रचना आणि कार्य", "रेडिओ दुरुस्ती" आणि "रेकॉर्ड प्लेअर" ह्या प्रकाशनांप्रमाणे वाचकांकडून उदार आश्रय मिळेल अशी लेखकास दृढ आशा वाटते.

श्री. वि. सोहोनी

२८ मार्च १९७७
ब्लॉक नं. ११, बिल्डिंग नं. १
महाराष्ट्र हाऊसिंग बोर्ड
चित्तरंजन नगर (राजावाडी कॉलनी)
घाटकोपर, मुंबई ४०० ०७७



अनुक्रमणिका

प्रकरण १

ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्था—सामान्य विवेचन (Sound reinforcement and distribution system)

प्रास्ताविक

आज सर्वांच्या परिचयाची असलेली "पब्लिक अॅड्रेस सिस्टिम" (Public Address System) किंवा "ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था" (Sound reinforcement and distribution system) रेडिओ प्रक्षेपणापेक्षाही जुनी आहे असे विधान जर एखाद्याने केले तर त्यावर कित्येकांचा विश्वास बसण्यासारखा नाही. पाश्चात्य देशांत सन १९२१ पर्यंत रेडिओ प्रक्षेपणाचा सार्वजनिक असा वापर सुरू झालेला नव्हता. परंतु त्या पूर्वी ५–६ वर्षे म्हणजे सन १९१५ मध्ये सॅनफ्रॅन्सिस्को येथे "लाऊडस्पीकरचे जनक" म्हणून सुप्रसिद्ध असलेले डॅनिश शास्त्रज्ञ पीटर जेनसन ह्यांच्या सन्मानार्थ भरलेल्या समारंभात ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचे पहिले प्रायोगिक उद्घाटन झाले होते. आधुनिक जीवनात ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेने रेडिओइतके अग्रगण्य नसले तरी बरेच महत्त्वाचे स्थान पटकाविले आहे.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेची उद्दिष्टे व उपयुक्तता

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या उद्दिष्टांविषयी व उपयुक्ततेविषयी जास्त सविस्तरपणे लिहिण्याची गरज नाही. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचे मुख्य उद्दिष्ट म्हणजे मोठ्या संख्येत उपस्थित असलेल्या विराट श्रोतृसमुदायासदेखील विवक्षित ठिकाणी चाललेला कार्यक्रम नीट व व्यवस्थितपणे ऐकू येईल अशी सोय करणे. ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेच्या सोयीमुळेच केवळ आज लाखालाखांच्या श्रोतृसमुदायास आपल्या मान्यवर नेत्याचे भाषण ऐकणे शक्य झाले आहे. ह्या पानाच्या डाव्या बाजूवरील चित्र पहा. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेची सोय उपलब्ध नसेल तर वक्त्यास आपले भाषण सर्वांना ऐकू येण्यासाठी कंठशोष करावा लागतो. साहजिकच वक्त्याजवळ बसलेले श्रोते अशा आरडाओरडीमुळे त्रस्त होतात आणि उलटपक्षी वक्त्यापासून दूर अंतरावर बसलेल्या श्रोत्यांना कान टवकारून भाषण ऐकावे लागते. ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेच्या सोयीमुळे श्रोतृसमुदायातील विवक्षित व्यक्ती व्यासपीठापासून जवळ किंवा लांब अंतरावर कोठेही बसलेली असो, अशा व्यक्तीला संभाषण किंवा संगीताचा कार्यक्रम नैसर्गिकपणे, स्पष्टपणे व आरामशीरपणे ऐकू येऊ शकतो.

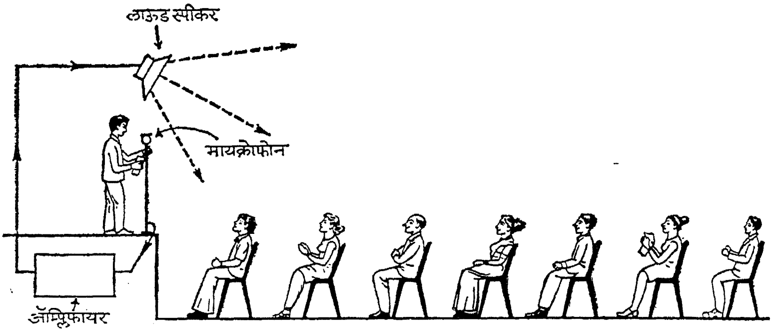
विविध क्षेत्रातील उपयुक्तता

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा उपयोग आज विविध क्षेत्रांत केला जात आहे. अशा निरनिराळ्या सर्व क्षेत्रांचा उल्लेख करावयाचे ठरविले तर त्यांची एक भली मोठी यादी तयार होईल. परंतु पुढे दिलेल्या काही उदाहरणांवरून ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या विस्तृत कार्याची व उपयुक्ततेची वाचकास चांगली कल्पना येऊ शकेल. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा वापर लहान मोठ्या सभागृहांमधील संभाषणे व संगीत कार्यक्रमांसाठी, विमानतळ, रेल्वे स्टेशने, एस्. टी. स्टँड

इत्यादी स्थळांवर घोषणा व निवेदने करण्यासाठी, रेस-कोर्सवर घोड्यांच्या शर्यतीसाठी, फुटबॉल, टेनिससारख्या सामन्यांसाठी, सर्कशीच्या खेळांसाठी, नाटक सिनेमा थिएटरांमध्ये, शाळा-कॉलेजांमध्ये, कारखान्यांमध्ये व इतर अनेक वैयक्तिक व सार्वजनिक उत्सव व करमणुकीच्या कार्यक्रमांसाठी आज केला जात असल्याचे आपण पाहतो.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचे मूलभूत स्वरूप

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था म्हणजे तिच्या नावाप्रमाणे ध्वनिलहरी विस्तारित किंवा जोरदार करून नंतर त्यांचे योग्य वितरण करण्याची योजना असते असे म्हणावयास हरकत नाही.



आकृती १–१

आकृती १–१ मध्ये अशा प्रकारची एक अगदी साधी व मूलभूत योजना दर्शविली आहे. सर्वसामान्य ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत कार्यक्रमाच्या ध्वनिलहरी झेलण्यासाठी व त्यांचे समान अशा विद्युतलहरींमध्ये रूपांतर करण्यासाठी मायक्रोफोन हे उपकरण वापरले जाते. मायक्रोफोनमध्ये निर्माण झालेल्या विद्युतलहरींचे प्रवर्धन करण्यासाठीं नंतर त्यांची ॲम्प्लिफायरकडे रवानगी केली जाते. ॲम्प्लिफायरमध्ये प्रवर्धित झालेल्या विद्युतलहरींची जोडणी वाहक जोडतारांतर्फे एक किंवा अधिक लाऊडस्पीकर्सशी केली जाते. लाऊडस्पीकरमध्ये अशा विद्युतलहरींचे पुन्हा ध्वनिलहरींमध्ये रूपांतर होते आणि अशा ध्वनिलहरींचे श्रोतृसमुदायामध्ये लाऊडस्पीकरतर्फे वितरण झाल्याने त्या त्यांना व्यवस्थितपणे ऐकू येऊ शकतात. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेविषयी वाचकास सर्वसाधारण कल्पना येण्यासाठी मुद्दामच साध्या आणि सोप्या व्यवस्थेचे उदाहरण घेतले आहे. वरीलपेक्षा विस्तृत ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थांमध्ये वरील उपकरणांव्यतिरिक्त इतरही साधने व उपकरणे वापरली जातात. ह्या उपकरणांविषयीची व साधनसामग्रीविषयीची सामान्य माहिती पुढील प्रकरणांत दिली आहे.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था—दोन प्रकारांत वर्गीकरण

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचे दोन ठोकळ प्रकारांत वर्गीकरण केले जाते : (१) बंदिस्त किंवा मर्यादित जागेत (Indoor) वापरली जाणारी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था. (२) घराबाहेर खुल्या जागी किंवा मैदानात (Outdoor) वापरली जाणारी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था.

दोन्ही प्रकारांत ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा एकूण आराखडा (Design) आणि उभारणी (Installation) त्याचप्रमाणे एकंदर कार्यपद्धती सर्वस्वी एकाच धर्तीची असते.

परंतु दोन्ही प्रकारांच्या बाबतीत त्यांचा व्यवहारात उपयोग करतेवेळी मात्र कित्येकदा खास समस्या निर्माण होतात आणि त्या सोडविण्यासाठी निरनिराळ्या उपकरणांची व साधनांची निवड व जोडणी-उभारणी मोठ्या कुशलतेने व कल्पकतेने करावी लागते. ह्या बाबतीत अधिक तांत्रिक विवेचन पुढे योग्य स्थळी केले आहे.

योग्य उपकरणांची निवड

खुल्या जागी उभारावयाच्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील उपकरणे व साधनसामग्री अधिक कणखर बनावटीची असणे आवश्यक असते, कारण त्यांना ऊन, वारा, पाऊस आदीकरून ऋतुमानांप्रमाणे निरनिराळ्या परिस्थितीशी मुकाबला करावा लागतो. बंदिस्त जागी वापरावयाची साधनसामग्री व उपकरणे उच्च दर्जाची असावी लागतात. कारण पुढे प्रकरण ८ मध्ये विवेचन केल्याप्रमाणे बंदिस्त जागी विवक्षित जागेच्या ध्वनि व श्रवणसंबंधित गुणधर्मांच्या (Acoustics) दृष्टीने काही खास अडचणी निर्माण होतात व त्यासाठी उच्च दर्जाची उपकरणे व साधनसामग्री वापरणे आवश्यक असते.

उपकरणांची व साधनसामग्रीची निवड करताना ध्वनिक्षेपित करावयाचा कार्यक्रम संभाषणाचा आहे की संगीताचा आहे हा विचारही कित्येकदा महत्त्वाचा असतो. संभाषणाच्या कार्यक्रमात वक्त्याचा आवाज स्वच्छ व सुस्पष्टपणे ऐकू येणे हे महत्त्वाचे उद्दिष्ट असते. ह्या उलट संगीताच्या कार्यक्रमात संगीत लहरी नैसर्गिक व हुबेहूबपणे ऐकावयास मिळणे आणि विशेष म्हणजे संगीत स्वरमालांची सुश्राव्यता अबाधित राहाणे महत्त्वाचे असते. साहजिकच संगीत कार्यक्रमाचे क्षेपण करण्यासाठी वापरावयाची ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था अधिक प्रभावी व कार्यक्षम असणे अत्यावश्यक असते.

आदर्श व्यवस्था

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचे कार्य इतक्या सहजतेने झाले पाहिजे की कार्यक्रमात तिच्या उपकरणांचा किंवा साधनसामग्रीचा दृश्य किंवा श्राव्य स्वरूपात व्यत्यय येता कामा नये. खरोखर म्हणजे ज्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत प्रत्येक श्रोत्यास आवाज स्वच्छ व स्पष्टपणे ऐकू येतो व श्रोत्यास आपण कृत्रिम रीत्या वर्धित केलेल्या ध्वनिलहरी ऐकत आहोत ह्याची यत्किंचितही जाणीव उत्पन्न होत नाही ती ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था सर्वोत्तम, उत्कृष्ट दर्जाची आणि आदर्श व्यवस्था असते असे म्हणावयास हरकत नाही.

कार्यातील विश्वसनीयता (Reliability)

कार्यक्रमाच्या ऐनरंगात ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेने जर दगा दिला तर श्रोत्यांचा किती हिरमोड होतो हे आपणा सर्वांच्या परिचयाचे आहे. कित्येकदा श्रोतृवर्ग अशा प्रसंगी संतप्त होऊन परिस्थिती आटोक्याबाहेर जाण्याची देखील शक्यता असते आणि त्यादृष्टीने कार्यातील विश्वसनीयता (Reliability) ही ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या बाबतीत एक अत्यंत महत्त्वाची अपेक्षा असते असे म्हणावयास हरकत नाही. कार्यातील विश्वसनीयता बऱ्याच अंशी जी उपकरणे व साधन-सामग्री वापरली जाते त्यांच्या दर्जावर व बनावटीवर तर अवलंबून असतेच परंतु ज्या पद्धतीने त्यांची जोडणी व उभारणी केलेली असते व ती करताना काही नित्य बिघाड टाळण्याच्या दृष्टीने जी खबरदारी व काळजी घेतली जाते त्यावरही अवलंबून असते. कार्यातील विश्वसनीयतेविषयीचे अधिक विवेचन पुढे प्रकरण १० मध्ये केलेले आहे.

विद्युत धोक्यापासून सुरक्षितता

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील उपकरणांची व साधनसामग्रीची उभारणी करताना वक्त्यांना किंवा श्रोत्यांना विद्युतधोका (Electric shock hazards) निर्माण होणार नाही ह्याविषयी सर्वसंमत नियम पाळून योग्य खबरदारी घेणे आवश्यक असते. केबल्स, जोडतारा वगैरें वरील विद्युत-विरोधक आवरण (Insulation) निघून गेल्याने किंवा इतर उपकरणांपासून अन्य प्रकारे विद्युत धक्का बसणार नाही ह्याची काळजी घेतली पाहिजे.

काही प्रमुख समस्या

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा व्यवहारात वापर करताना कित्येकदा व्यक्तिगत आणि विशिष्ट स्थळानुसार भिन्न समस्या निर्माण होतात आणि ध्वनितंत्रज्ञास अशा समस्यांशी मुकाबला करावा लागतो.

निरनिराळ्या सभागृहांमध्ये सभागृहाच्या ध्वनि व श्रवण संबंधित गुणधर्मांमध्ये (Acoustics) बरीच भिन्नता आढळून येते व अशी भिन्नता लक्षात घेऊन ोग्य योजनेची कौशल्याने व कल्पकतेने निवड करावी लागते. काही अगदी बारीक आवाजाच्या वक्त्यांचा आवाज सभागृहाच्या पुढच्या रांगेत बसलेल्या श्रोत्यांनासुद्धा ऐकू येण्याची कित्येकदा मारामार असते. काही सभागृहांमध्ये आवाज इतका घुमतो की, ध्वनिनिनाद (Reverberation) कमी कसा करता येईल हा मुख्य प्रश्न असतो. त्या दृष्टीने ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा प्रभावी रीतीने वापर करण्याच्या दृष्टीने संभाषण करणारी व्यक्ती त्याचप्रमाणे ज्या ठिकाणी संभाषणाचा कार्यक्रम आयोजित केलेला असेल त्या सभागृहाचे ध्वनि व श्रवण संबंधित गुणधर्म (Acoustic) ह्या दोन्ही भिन्न गोष्टी जमेस धरून ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या आराखड्याची मोठ्या कौशल्याने आखणी करावी लागते.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत निर्माण होणाऱ्या काही प्रमुख समस्या म्हणजे---

(१) वर उल्लेख केल्याप्रमाणे बंदिस्त जागी आवाज पुनः पुन्हा परावर्तित होऊन सभागृहात एक सारखा " ध्वनिनिनाद " (Reverberation) निर्माण होण्याची समस्या.

(२) लाऊडस्पीकरमधून क्षेपित झालेल्या ध्वनिलहरी मायक्रोफोनमध्ये प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्ष रीतीने पुन्हा झेलल्या जाऊन ध्वनिलहरींच्या होणाऱ्या अशा प्रतिपुष्टीमुळे (Acoustic feedback) लाऊडस्पीकरमधून कर्कश शिट्टचा ऐकू येण्याची व ध्वनिक्षेपण कार्यात अस्थिरता (Instability) निर्माण होण्याची समस्या.

(३) सभागृहातील गोंगाट गलबल्याची (Back ground noise) पातळी जेव्हा बरीच जास्त असते तेव्हा कार्यक्रमाच्या ध्वनिलहरींचे योग्य प्रमाणात वर्धन करून व सभोवतालच्या गोंगाट गलबल्यावर मात करून क्षेपित ध्वनिलहरी श्रोतृसमुदायास नीट कशा ऐकविता येतील ह्या विषयीची समस्या.

वरील (१) व (२) ह्या समस्यांविषयीचे व त्या सोडविण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या उपाय योजनांविषयीचे तांत्रिक विवेचन पुढे प्रकरण ८ मध्ये व वरील (३) ह्या समस्येविषयीचे विवेचन प्रकरण ७ मध्ये केले आहे. वरील समस्यांव्यतिरिक्त इतरही काही समस्या [उदाहरणार्थ काल-मानात पडणाऱ्या अंतराची (Time lag) समस्या] ध्वनिवर्धन व वितरण कार्यात निर्माण होतात. अशा समस्यांविषयीचे विवेचन ह्या पुस्तकात प्रसंगानुरूप योग्य ठिकाणी केलेले आढळेल.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या सामान्य विवेचनावरील हे प्रकरण संपविण्यापूर्वी (१) विद्युतशास्त्र (Basic Electricity), (२) ध्वनिविज्ञानशास्त्र (Physics of sound) आणि (३) ध्वनिविद्याशास्त्र (Acoustics) ह्या विषयांची मूलभूत माहिती ध्वनितंत्रज्ञास आवश्यक असल्याने अशी माहिती संक्षिप्त स्वरूपात पुढील परिच्छेदांमध्ये दिली आहे :—

विद्युतशास्त्र (Basic Electricity)

जो पदार्थ विद्युतप्रवाह सहजतेने व कार्यक्षमतेने वाहू देतो त्यास "विद्युतवाहक" (Conductor) पदार्थ म्हणतात. जो पदार्थ विद्युत प्रवाह वाहण्यास प्रतिबंध करतो किंवा वाहूच देत नाही त्यास "विद्युतप्रवाह प्रतिबंधक" (Insulator) पदार्थ म्हणतात. पुष्कळसे पदार्थ मात्र संपूर्णपणे उत्तम विद्युतवाहकही नसतात किंवा संपूर्णपणे विद्युतप्रवाह प्रतिबंधकही नसतात. अशा पदार्थांमध्ये विद्युतप्रवाहास कमी अधिक प्रमाणात विद्युत विरोध (Resistance) मिळतो. अशा विद्युत विरोधक पदार्थांना इंग्रजीत "रेझिस्टर्स" (Resistors) असे म्हणतात.

विद्युतमंडलात विद्युतप्रवाह निर्माण करण्यासाठी विद्युतचालन शक्तीची (उदाहरणार्थ—बॅटरी, डायनॅमो वगैरे सारख्या साधनांची) आवश्यकता असते. विद्युतचालनशक्तिमुळे विद्युतमंडलात निर्माण होणारा विद्युतदाब "व्होल्ट" (Volt) ह्या परिमाणात व्यक्त केला जातो. विद्युत-मंडलातील विद्युतप्रवाहाच्या मोजमापासाठी "अॅम्पियर" (Ampere) व विद्युतविरोधाच्या मोजमापासाठी "ओहम" (Ohm) ही मूलभूत परिमाणे वापरली जातात.

विद्युतशास्त्रात "ओहमचा नियम" सुप्रसिद्ध आहे. ओहमच्या नियमानुसार विद्युतमंडलातील विद्युतप्रवाह विद्युतदाबाच्या सम प्रमाणात आणि विद्युत विरोधाच्या व्यस्त प्रमाणात असतो. ओहमचा नियम सूत्ररूपाने द्यावयाचा झाल्यास तो खालीलप्रमाणे व्यक्त करता येईल :—

$$\text{विद्युतप्रवाह} = \frac{\text{विद्युतदाब}}{\text{विद्युतविरोध}}$$

वरील सूत्र वापरताना विद्युतदाब "व्होल्ट" मध्ये, विद्युतप्रवाह "अॅम्पियर" मध्ये व विद्युत-विरोध "ओहम" मध्ये व्यक्त केला पाहिजे. वरील सूत्रात तीनपैकी कोणत्याही दोन गोष्टी माहीत असतील तर तिसरी ह्या सूत्राच्या साहाय्याने काढता येते.

विद्युत मंडलात खर्च होणारे विद्युतबल (Power) काढण्यासाठी खालील सूत्र वापरले जाते :—

विद्युतबल = विद्युतदाब × विद्युतप्रवाह

वरील सूत्र पुढे दिलेल्या दोन पद्धतीने देखील मांडता येईल :—

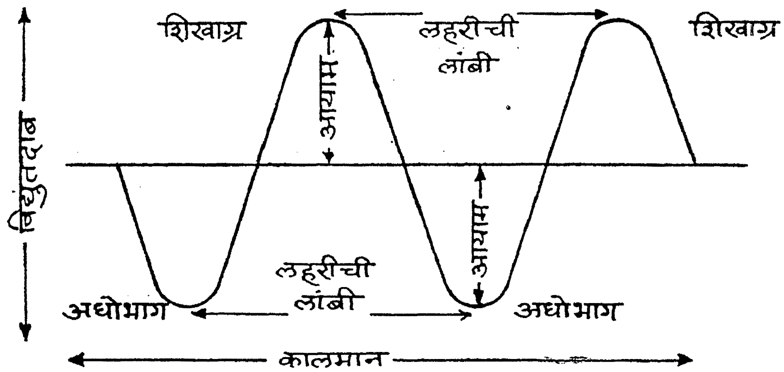
(१) $\text{विद्युतबल} = \frac{(\text{विद्युतदाब})^{२}}{\text{विद्युत विरोध}}$ (२) $\text{विद्युतबल} = (\text{विद्युतप्रवाह})^{२} \times \text{विद्युत विरोध}$

वरील सूत्रांमध्ये विद्युतदाब व्होल्टमध्ये, विद्युतप्रवाह अॅम्पियरमध्ये व विद्युतविरोध ओहममध्ये व्यक्त केल्यास विद्युतबल "वॅट" (Watt) ह्या विद्युतबलासाठी वापरल्या जाणाऱ्या परिमाणात व्यक्त होते.

ओहमच्या नियमाची व्यावहारिक उपयुक्तता अशी की, एखाद्या विद्युतमंडलामध्ये विद्युत विरोध जर जास्त प्रमाणात असेल तर विशिष्ट विद्युतदाब असताना विद्युतप्रवाह कमी प्रमाणात वाहील. ह्याउलट विद्युत विरोध कमी असेल तर विद्युतप्रवाह जास्त प्रमाणात वाहील. दुसऱ्या शब्दांत सांगावयाचे झाल्यास विद्युतमंडलात जास्त प्रमाणात विद्युत विरोध असेल तर विद्युतमंडलात

विशिष्ट प्रमाणात विद्युतप्रवाह वाहण्यासाठी विद्युतदाब वाढवावा लागेल ; परंतु विद्युतमंडलातील विद्युत विरोध कमी असल्यास तेवढाच विद्युतप्रवाह वाहण्यासाठी योग्य प्रमाणात कमी विद्युतदाब चालू शकतो. मोटारगाडीसाठी वापरल्या जाणाऱ्या छोट्या दिव्याचे व आपण घरात वापरतो त्या इलेक्ट्रिक दिव्याचे उदाहरण ह्यासाठी देता येईल. मोटार गाडीचा ३६ वॅटचा दिवा १२ व्होल्ट बॅटरीवर चालतो व त्याचा विद्युत विरोध (दिवा गरम झाल्यानंतर) ४ ओहम असल्याने त्यामधून ३ ॲम्पियर विद्युतप्रवाह वाहतो. घरातील ४० वॅट विद्युतबलाच्या व २३० व्होल्ट विद्युतदाबावर चालणाऱ्या दिव्याचा विद्युतविरोध (दिवा गरम झाल्यानंतर) १३२० ओहम असतो व अशा परिस्थितीत दिव्यामधून सुमारे ⅙ ॲम्पियर विद्युतप्रवाह वाहातो.

विद्युतदाब एकदिश असतो तेव्हा त्यास "डी.सी. विद्युतदाब" म्हणतात. ज्या विद्युतदाबाची दिशा आलटून पालटून बदलून विरुद्ध दिशेची होते त्यास "ए.सी. विद्युतदाब" म्हणतात. आकृति १-२ मध्ये ए.सी. जनरेटरमध्ये निर्माण केल्या जाणाऱ्या "ज्या वक्रीय" (Sinusoidal) ए.सी. विद्युतदाब लहरीचा आलेख दर्शविला आहे. ह्या आलेखात लहरीच्या दोन संपूर्ण "चक्रगती" किंवा "सायकल्स" दर्शविल्या आहेत. आलेखातील आडव्या संदर्भ रेषेच्या वरील आणि खालील



आकृती १–२

बाजूवर विद्युतदाब लहरीचा चढउतार व दिशापालट दर्शविणाऱ्या वक्ररेषा कमानीच्या आकारासारख्या आहेत. आडव्या रेषेच्या दृष्टीने कमानीची जी जास्तीत जास्त उंच बाजू असते तिला लहरीचे "शिखाग्र" (Crest) असे म्हणतात आणि कमानीचा जो सर्वांत सखल भाग असतो त्यास लहरीचा "अधोभाग" (Trough) असे म्हणतात.

लहरीच्या एका शिखाग्रापासून दुसऱ्या शिखाग्रापर्यंतच्या अंतरास किंवा एका अधोभागापासून दुसऱ्या अधोभागापर्यंतच्या अंतरास "लहरीची लांबी" (Wave length) म्हणतात.

लहरीच्या कमानीची उंची किंवा अधोभागाची जी खोली असते तिला लहरीचा "आयाम" किंवा "विस्तार" (Amplitude) असे म्हणतात.

विशिष्ट कालावधीत लहरीच्या जितक्या "चक्रगती" किंवा "सायकल्स" पूर्ण होतात त्यास लहरीची "कंप्रता" किंवा "कंपनसंख्या" (Frequency) म्हणतात.

विद्युतमंडलात विद्युत विरोधाव्यतिरिक्त इतरही दोन गोष्टींचा समावेश होण्याची शक्यता असते. त्यापैकी एक गोष्ट म्हणजे तारेच्या कॉईलच्या "प्रवर्तना"चा (Inductance) गुणधर्म.

उदाहरणार्थ, ट्रॅन्सफॉर्मर कॉईलचे वेढे व लाऊडस्पीकरची व्हॉईस कॉईल ह्यामध्ये हा गुणधर्म आढळतो. दुसरा गुणधर्म म्हणजे कंडेन्सरमध्ये आढळणारा "धारणशक्ति"चा (Capacitance) गुणधर्म. विद्युतमंडलात कॉईलचा समावेश केलेला असल्यास प्रवर्तनाचा व कंडेन्सरचा समावेश केलेला असल्यास धारणशक्तीचा परिणाम लक्षात घ्यावा लागतो.

ज्या विद्युतमंडलात डी. सी. विद्युतदाब असतो अशा मंडलात कंडेन्सरमुळे विद्युतप्रवाहास पूर्ण अटकाव होतो. डी.सी. विद्युतदाब मंडलात कॉईलच्या तारेच्या वेढ्यांचा विद्युत विरोध (Resistance) विद्युतप्रवाहास मिळतो.

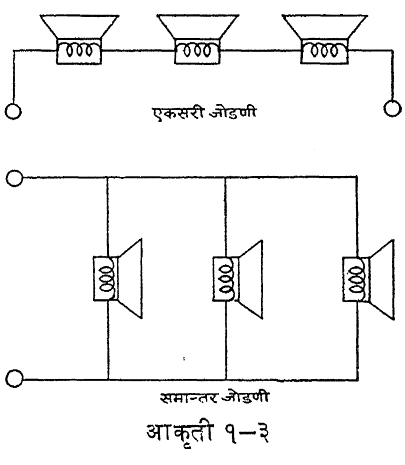
ए.सी. विद्युतदाब असलेल्या मंडलात प्रवर्तन किंवा धारणशक्ती ह्या दोन्हीही गुणधर्मांमुळे विद्युत प्रवाहास विरोध होतो. अशा प्रकारे विद्युत प्रवाहास मिळणाऱ्या विरोधास "प्रवर्तनात्मक अवरोध" (Inductive reactance) आणि "धारणात्मक अवरोध" (Capacitive reactance) म्हणतात. विद्युत विरोधाप्रमाणे ह्या दोन्हीही अवरोधांच्या मोजमापासाठी 'ओहम' हेच परिमाण वापरले जाते.

प्रवर्तनात्मक अवरोध किंवा धारणात्मक अवरोध हा विद्युत मंडलातील ए.सी. विद्युतदाबाच्या कंपन संख्येवर अवलंबून असतो. विद्युतदाबाची कंपनसंख्या जितकी जास्त तितकी प्रवर्तनात्मक अवरोधात वाढ होते. विद्युतदाबाची कंपनसंख्या कमी केल्यास प्रवर्तनात्मक अवरोधात घट होते. कंडेन्सरच्या धारणशक्तीची उलट कार्यवाही असते. विद्युतमंडलातील विद्युतदाबाची कंपनसंख्या जास्त असेल तर कंडेन्सरचा धारणात्मक अवरोध कमी असतो व कंपनसंख्या कमी असेल तर कंडेन्सरच्या धारणात्मक अवरोधात वाढ होते.

जेव्हा विद्युतमंडलात निव्वळ विद्युत विरोधाव्यतिरिक्त विद्युत प्रवाहास वरील दोन्ही प्रकारचा म्हणजे प्रवर्तनात्मक आणि धारणात्मक अवरोध मिळतो तेव्हा त्यांच्या एकत्रित किंवा एकूण विरोधास "संरोधन" (Impedance) असे म्हणतात.

कॉईलच्या प्रवर्तनाच्या मोजमापासाठी "हेन्री" व कंडेन्सरच्या धारणशक्तीच्या मोजमापासाठी "फॅरॅड" ही मूलभूत परिमाणे वापरली जातात.

ध्वनिवर्धन व वितरण तंत्रज्ञास आकृती १-३ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे लाऊडस्पीकर्सची एकसरी किंवा समांतर आणि कित्येकदा मिश्र जोडणी करण्याचे प्रसंग नेहमी येतात. लाऊडस्पीकर कॉईलमधून ए.सी.प्रवाह लहरी वाहतील अशी सामान्य योजना असल्याने व्हॉईस कॉईलचा अशा लहरींना मिळणारा विरोध "संरोधना" त व्यक्त करण्याची प्रथा आहे.



आकृती १—३

रेझिस्टरांची एकसरी आणि समान्तर जोडणी केलेल्या विद्युत मंडलात विद्युत प्रवाह, विद्युतदाब आणि विद्युत विरोध ह्यांचे बाबतीत जे नियम व सूत्रे आहेत ती संकलित व संक्षिप्त स्वरुपात पुढील कोष्टकात दिली आहेत. लाऊडस्पीकरच्या व्हॉईस कॉईल संरोधनाची एकसरी व समांतर आणि मिश्र जोडणी करण्यासाठी ध्वनितंत्रज्ञास ती उपयुक्त होतील.

कोष्टक

एकसरी जोडणी	समांतर जोडणी
(१) एकसरी जोडणीत वैयक्तिक रेझिस्टरांवर विभागल्या गेलेल्या विद्युतदाबाची बेरीज मंडलाशी संबंधित केलेल्या एकूण विद्युतदाबाइतकी असते.	(१) समांतर जोडणीत प्रत्येक रेझिस्टरावरील विद्युतदाब मंडलाशी संबंधित केलेल्या एकूण विद्युतदाबाइतकाच असतो.
(२) एकसरी जोडणी केलेल्या रेझिस्टरांचा एकूण विरोध सर्व रेझिस्टरांच्या वैयक्तिक विरोधाच्या बेरजेइतका असतो.	(२) समांतर जोडणीतील रेझिस्टरांचा एकूण व्यस्त विरोध समांतर जोडणी केलेल्या रेझिस्टरांच्या वैयक्तिक विरोधाच्या व्यस्तांच्या बेरजेइतका असतो.
सूत्र : $र = र_१ + र_२ + र_३ + र_४ \ldots$	सूत्र : $\frac{१}{र} = \frac{१}{र_१} + \frac{१}{र_२} + \frac{१}{र_३} + \frac{१}{र_४} \ldots$
ह्या सूत्रात र म्हणजे एकूण विरोध आणि $र_१$, $र_२$, $र_३$, $र_४$ म्हणजे एकसरी जोडणी केलेल्या रेझिस्टरांचा वैयक्तिक विरोध.	ह्या सूत्रात र म्हणजे एकूण विरोध आणि $र_१$, $र_२$, $र_३$, $र_४$, म्हणजे समांतर जोडणी केलेल्या रेझिस्टरांचा वैयक्तिक विरोध.
(३) एकसरी जोडणीत प्रत्येक रेझिस्टरमधून वाहणारा विद्युतप्रवाह समान प्रमाणात असतो.	(३) समांतर जोडणीत प्रत्येक शाखेमधून वाहणारा विद्युतप्रवाह त्या विशिष्ट शाखेतील रेझिस्टरांच्या विरोधावर अवलंबून असतो व मंडलातील एकूण विद्युत प्रवाह सर्व शाखांमधून वाहणाऱ्या विद्युत प्रवाहाच्या बेरजेइतका असतो.
(४) एकसरी जोडणीत कोठेही खंड पडला तरी एकसरी मंडल खंडित (Open) होते.	(४) समांतर जोडणीत निरनिराळ्या शाखांमधील मंडले स्वतंत्र व वेगळी असल्यामुळे एखाद्या शाखेतील मंडल जरी खंडित (Open) झाले तरी त्याचा दुसऱ्या शाखांवर परिणाम होत नाही.

ध्वनिविज्ञानशास्त्र (Physics of sound)

एखादी वस्तू कंप पावू लागली, उदाहरणार्थ, घंटेवर टोला मारला, तंबोऱ्याची तार छेडली, किंवा शिट्टी फुंकली, म्हणजे सभोवतालच्या हवेत कंपने निर्माण होतात व ध्वनिलहरींची निर्मिती होते. परंतु मनुष्यास अशा ध्वनिलहरी ऐकू येण्यासाठी त्यांची कंपनसंख्या दर सेकंदास २० ते २०,००० सायकल्स ह्या टप्प्यांतील असणे आवश्यक असते. ध्वनिलहरींच्या ज्या टप्प्याचे मनुष्यास आकलन होऊ शकते त्यामध्ये माणसामाणसांमध्ये फरक पडू शकतो. वयोमानाप्रमाणे उच्च कंपनसंख्येच्या ध्वनिलहरी मनुष्यास ऐकू येईनाशा होतात. सामान्यतः वयस्क माणसास ध्वनीच्या दर सेकंदास २० ते ८,००० सायकल्स टप्प्यातील लहरी ऐकू येऊ शकतात. कांही वाद्यांमध्ये निर्माण होणाऱ्या ध्वनिलहरींचा टप्पा मनुष्यास ऐकू येणाऱ्या लहरींच्या सर्यादेबाहेरचा असतो. अशा श्रवणातीत लहरी मनुष्यास ऐकू येऊ शकत नाहीत. उदाहरणार्थ, झांजाच्या मनुष्यास ऐकू न येणाऱ्या ध्वनीलहरी दर सेकंदास २५,००० सायकल्सपेक्षा जास्त कंपनसंख्येच्या असतात.

ध्वनि एका ठिकाणांहून दुसऱ्या ठिकाणी लहरीच्या स्वरूपात जातो व ह्यासाठी हवे-सारख्या कोणत्या ना कोणत्या तरी माध्यमाची आवश्यकता असते. निर्वात प्रदेशात ध्वनिलहरी उत्पन्नही होऊ शकत नाहीत व पसरूही शकत नाहीत. ध्वनिलहरींच्या प्रसरणासाठी घनरूप, द्रवरूप, किंवा वायुरूप असे कोणतेही माध्यम चालू शकते.

ध्वनिलहरींची हवेमध्ये जी कंपने निर्माण होतात ती आलटून पालटून हवेच्या दाट व विरल थरांनी बनलेली असतात. परंतु हवा कंप पावू लागली तरी हवेचे कण आपल्या मूळच्याच जागी कंप पावत राहतात. ते आपली जागा सोडत नाहीत. पाण्यात दगड टाकला म्हणजे जशी लाट उठते व पुढे पुढे सरकते तशीच ध्वनीच्या लाटेची स्थिती असते. मात्र ह्या दोन प्रकारच्या लाटांमध्ये लक्षात घेण्यासारखा फरक असा की पाण्याचे कण वरखाली हालचाल करतात परंतु हवेची लाट ज्या दिशेने जात असते त्याच दिशेने हवेचे कण कंप पावत असतात. दुसरा फरक म्हणजे पाण्यावरची लाट एकाच पातळीत मर्यादित असते, परंतु ध्वनीच्या लाटा सर्व पातळीमधून निरनिराळ्या दिशांना प्रसृत होतात.

ध्वनीचा हवेतील वेग ० अंश सेंटीग्रेड तपमानाला दर सेकंदास सुमारे ३३५ मीटर (१०९० फूट) असतो. तपमानात वाढ झाली तर प्रत्येक अंश सेंटीग्रेड वाढीला ध्वनीचा वेग दर सेकंदास ६० सेंटी-मीटर (२ फूट) वाढतो. पाण्यात ध्वनीचा वेग दर सेकंदास सुमारे १५०० मीटर असतो. इतर घन पदार्थात, उदाहरणार्थ, लाकूड पोलाद इत्यादींमध्ये तो हवेच्या वेगाच्या कित्येक पटीने जास्त असतो. पोलादात ध्वनीचा वेग दर सेकंदास सुमारे ४९०० मीटर असतो.

ध्वनीचे बाबतीत खालील गुणधर्म महत्त्वाचे आहेत :—

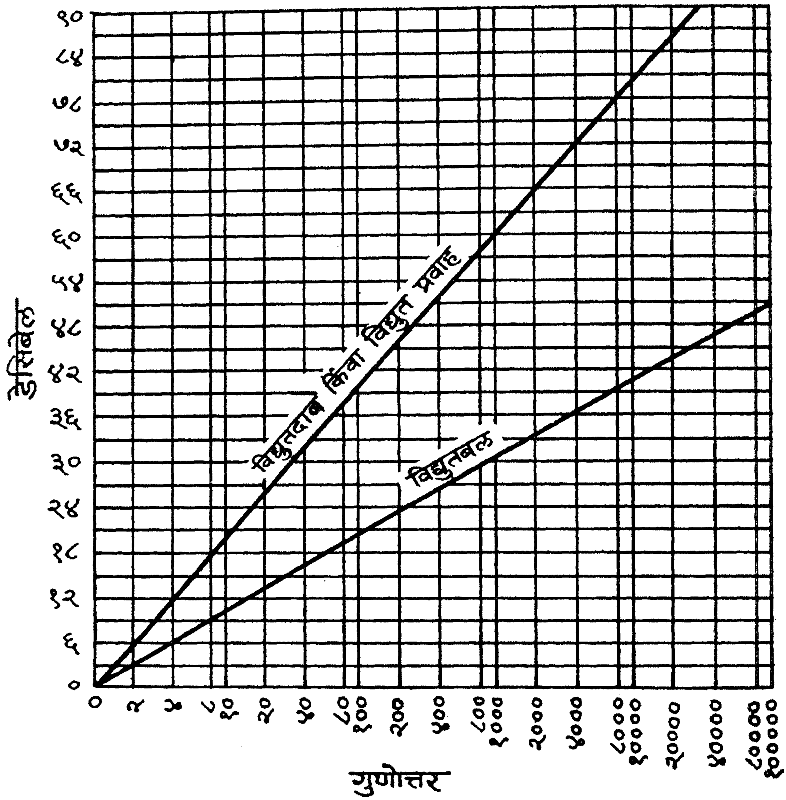
(१) ध्वनिलहरींची उच्चनीचता (Pitch).
(२) ध्वनिलहरींची तीव्रता (Intensity) किंवा आवाजाची पातळी (Volume level).
(३) ध्वनिलहरींचा स्वरधर्म (Tone Quality).

ध्वनिलहरींची उच्चनीचता (Pitch) ध्वनिलहरींच्या कंपनांवर अवलंबून असते. ध्वनी निर्माण करणारा पदार्थ किंवा वस्तू (उदाहरणार्थ, सतारीची तार) दर सेकंदास किती वेळा कंप पावत आहे अथवा दर सेकंदास किती ध्वनिलहरी उत्पन्न करीत आहे त्यावर ध्वनिलहरीची उच्चनीचता (Pitch) अवलंबून असते. दर सेकंदास कंपनसंख्या ज्या प्रमाणात वाढते त्या प्रमाणात ध्वनिलहरींची उच्चता वाढते. गवई वरच्या पट्टीत अथवा खालच्या पट्टीत गात आहे असे आपण म्हणतो तेव्हा स्वराची उच्चनीचता लक्षात घेऊन आपण बोलत असतो. काही वाद्यांचे आवाज नीच स्वराचे तर काहींचे उच्च स्वरांचे असतात. उदाहरणार्थ, तबल्याच्या डग्याचा आवाज नीच स्वराचा असतो. व्हायोलीन, क्लारिओनेट, सनई ह्या वाद्यांचे आवाज उच्च स्वराचे असतात.

ध्वनिलहरींची तीव्रता किंवा आवाजाच्या लहान मोठेपणाची पातळी ध्वनिलहरींमुळे हवेची किती जोरदार प्रमाणात हालचाल होते त्यावर अवलंबून असते. त्यामुळे दोन ध्वनिलहरींची उच्चता (Pitch) सारखीच असली तरी तीव्रता किंवा पातळी भिन्न असू शकते. उदाहरणार्थ, तंबोऱ्याची तार छेडल्यास उत्पन्न होणाऱ्या ध्वनिलहरी सुरुवातीला मोठ्या व स्पष्ट असतात व नंतर हळूहळू लहान होत जातात, परंतु त्यांची उच्चता मात्र कायम राहते. कारण कंपन पावणाऱ्या तारेच्या कंपनाचा आयाम किंवा विस्तार (Amplitude) कमी होत जातो. तार अधिक जोराने छेडली तर आवाज अधिक मोठ्याने ऐकू येतो. कारण अशा परिस्थितीत कंपनाच्या आंदोलनाचा आयाम किंवा विस्तार वाढलेला असतो. ध्वनीची तीव्रता कंपनाच्या आयामावर किंवा विस्तारावर अवलंबून असते व कंपनांचा आयाम किंवा विस्तार कंप पावणाऱ्या वस्तूवर केल्या जाणाऱ्या आघाताच्या शक्तीवर अवलंबून असतो.

पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे माणसामाणसांमध्ये ध्वनिलहरी ऐकण्याची श्रवणपात्रता विभिन्न असल्यामुळे आवाजाच्या तीव्रतेचे किंवा पातळीचे मोजमाप हवेमध्ये आवाजामुळे निर्माण होणाऱ्या दाबलहरींच्या फेरफारांवरून केले जाते व ते " डेसिबेल " ह्या परिणामात व्यक्त केले जाते. दर चौरस सेंटीमीटर क्षेत्रफळावर ध्वनिलहरींचा .०००२ डाइन इतका दाब ही संदर्भ पातळी शून्य " डेसिबेल " धरून ह्या संदर्भपातळीपेक्षा अधिक जास्त किंवा कमी पातळी असलेल्या ध्वनिलहरींची पातळी ± डेसिबेल ह्या परिणामात व्यक्त केली जाते.

डेसिबेल हे मात्र वर उल्लेख केल्याप्रमाणे केवळ ध्वनिलहरींच्या तीव्रतेचे तुलनात्मक माप म्हणूनच वापरले जात नाही. डेसिबेल हे वस्तुत: " लागरिथम " (म्हणजे घातांकावर आधारित असलेले) परिमाण व दोन राशींमधील (Quantitative) गुणोत्तरावर अवलंबून असलेले सापेक्ष (relative) परिमाण असल्याने विद्युतदाब, विद्युतप्रवाह व विद्युतबलाच्या पातळीचे निर्देशित संदर्भ



आकृती १–४

पातळीच्या दृष्टीने तुलनात्मक मोजमाप करण्यासाठी म्हणूनही वापरले जाते. आकृती १-४ मध्ये विद्युतदाब, विद्युतप्रवाह व विद्युतबलाच्या पातळीचे गुणोत्तर (ratio) व त्यांचे डेसिबेलमध्ये

मोजमाप ह्यामधील परस्पर नाते दर्शविणारा आलेख दिला आहे. ध्वनितंत्रज्ञास तो वापरण्यास सोयीचा व सोपा असल्याने उपयुक्त होईल. डेसिबेल ह्या मोजमापाच्या वापराविषयीचे उल्लेख ह्या पुस्तकात प्रसंगानुरूप योग्य स्थळी केलेले आढळतील.

ध्वनिलहरींचे गुणग्रहण करताना ध्वनीच्या स्वरधर्माचा (Tone Quality) विचार केला जातो. संभाषणाच्या किंवा संगीताच्या स्वरलहरी सामान्यतः एकाच कंपनसंख्येच्या स्तराच्या नसतात. निरनिराळ्या अनेक कंपनसंख्येंच्या ध्वनिलहरींच्या मिश्रणामुळे त्या सामान्यतः तयार झालेल्या असतात. अशा लहरींमुळे मूळ स्वराशी सहसंवादी स्वरांचा (harmonics) जो मिलाफ झालेला असतो त्या मिलाफामुळे आवाजांच्या विवक्षित स्वराचे जे वैशिष्टच, आकर्षण व नैसर्गिकपणा असतो तो निर्माण होतो. विशिष्ट व्यक्तीचा आवाज मूळ स्वराच्या आणि सहसंवादी स्वरांच्या अशा विशिष्ट मिलाफामुळेच आपणास ओळखता येतो. निरनिराळ्या भिन्न कंपनसंख्येच्या लहरींच्या विशेष मिलाफाने ध्वनिलहरींना "स्वरधर्म" (Tone Quality) प्राप्त होत असल्याने ध्वनि पुनरुत्पत्तीत ध्वनिलहरींची पुनरुत्पत्ती हुबेहूब व नैसर्गिकपणे होणे अत्यावश्यक असते.

ध्वनिलहरींच्या विवेचनात सुस्वर (musical sound) आणि गोंगाट गलबला (Noise) ह्यामधील फरकाविषयीचा तांत्रिक विचार महत्त्वाचा असतो. सतारीच्या तारा छेडून त्यांची कंपने निर्माण केली की, हवेत निश्चित कंपनसंख्येच्या स्वरलहरी प्रसृत होतात व त्या कानाला गोड लागतात. निश्चितपणा आणि सातत्य ह्यामुळे सुराला माधुर्य प्राप्त होते. फटाक्याचा स्फोट कर्णमधूर नसतो कारण त्यात सातत्य किंवा निश्चितपणा नसतो. अनेक माणसे एकाच वेळी बोलू लागली की गोंगाट गलबला निर्माण होतो, परंतु अनेक माणसांनी एकाच सुरात गायलेले गाणे (chorus) सुस्वर वाटते.

(३) दालनांच्या आणि सभागृहांच्या ध्वनि व श्रवणसंबंधित गुणधर्मांविषयीचे ध्वनिविद्याशास्त्र (Acoustics)

निरनिराळ्या दालनांच्या आणि सभागृहांच्या ध्वनि व श्रवणसंबंधित गुणधर्मांच्या दृष्टीने त्यांमध्ये सामान्यतः बरेच फरक आढळून येतात. काही दालनांचे आणि सभागृहांचे ध्वनि व श्रवण-संबंधित गुणधर्म उत्कृष्ट दर्जाचे तर काहींचे निकृष्ट दर्जाचे आढळतात.

संभाषणाच्या कार्यक्रमांमध्ये आवाजात स्वच्छ व स्पष्टपणा कसा आणता येईल, संगीत कार्यक्रम नैसर्गिक, उठावदार आणि बहारदार कसे होऊ शकतील, सभागृहाबाहेरील अनिच्छनीय गोंगाट गलबल्यापासून सभागृह अलिप्त कसे ठेवता येईल वगैरेसारखी मूलभूत उद्दिष्टे पुढे ठेवून ध्वनि-शास्त्रज्ञांनी दालनांच्या आणि सभागृहांच्या ध्वनि व श्रवणसंबंधित गुणधर्मांचा जो अभ्यास केला व त्यावरून जे निष्कर्ष काढले किंवा काही आडाखे बांधले त्यावरून दालनांच्या आणि सभागृहांच्या ध्वनि व श्रवणसंबंधित गुणधर्मांविषयीचे एक व्यापक, विस्तृत आणि स्वतंत्र "ध्वनिविद्याशास्त्र" (Acoustics) उदयास आले आहे.

ध्वनिविद्याशास्त्रात मूलतः पुढे दिलेले चार प्रमुख विषय अंतर्भूत होतात व ध्वनिशास्त्रज्ञांनी त्यावर बरेच संशोधन केलेले असून एक विशेष म्हणजे स्थापत्यशास्त्रात ह्या ध्वनिविद्याशास्त्राच्या अनुषंगाने इमारतींच्या विशिष्ट रचना, बांधणी आणि आकारमानाच्या आराखडयाचा अभ्यास करणारी (Architectural Acoustics) एक उपशाखाही जन्मास आली आहे. ध्वनिविद्या-शास्त्रात अंतर्भूत असलेले चार प्रमुख विषय म्हणजे :—

(१) ध्वनिनिनाद (Reverberation) व ध्वनिनिनादाचे नियंत्रण.
(२) ध्वनिशोषण (Sound Absorption).

(३) समान ध्वनि वितरण (Even Sound Distribution).

(४) बाह्यत: निर्माण होणाऱ्या गोंगाट गलबल्याचे (External Noise) निर्मूलन किंवा प्रतिबंध.

वरील विषयांचे थोडक्यात विवेचन पुढील परिच्छेदांमध्ये केले आहे :—

(१) ध्वनिनिनाद व ध्वनिनिनादाचे नियंत्रण.—सभागृहाच्या किंवा दालनाच्या ध्वनि व श्रवणसंबंधित गुणधर्मांमध्ये ध्वनिनिनाद (Reverberation) हा एक महत्त्वाचा गुणधर्म समजला जातो. कोणत्याही संपूर्णपणे बंदिस्त किंवा अंशत: बंदिस्त असलेल्या जागी "ध्वनिनिनाद" सामान्यत: निर्माण होतोच. ध्वनिनिनाद म्हणजे बंदिस्त सभागृहामध्ये मूळ ध्वनिलहरींचा लय झाल्यानंतरही वारंवार होत राहाणाऱ्या ध्वनिपरावर्तनांमुळे (Sound reflections) सभागृहामध्ये घुमत राहाणाऱ्या ध्वनिलहरी असतात. ध्वनिनिनाद विशिष्ट बंदिस्त जागेच्या घनक्षेत्रफळावर (Volume), तिच्या आकारमानावर (Shape) आणि अशा जागी निर्मिती किंवा पुनरुत्पत्ती केल्या जाणाऱ्या ध्वनिलहरींच्या कंपनसंख्येवर (Frequency) अवलंबून असतो असे ह्या बाबतीत शास्त्रज्ञांनी निष्कर्ष काढलेले आहेत.

संगीत कार्यक्रमांसाठी विशिष्ट मर्यादेपर्यंत ध्वनिनिनाद अत्यावश्यक असतो असा अनुभव आहे. ध्वनिनिनाद योग्य प्रमाणात असेल तरच संगीत स्वरलहरी उठावदार, रंगतदार व बहारदार वाटतात. ध्वनिनिनाद नसेल तर संगीत स्वरलहरी निर्जिव व कंटाळवाण्या वाटतात. ध्वनिनिनाद जास्त प्रमाणात असेल तर संभाषणातील स्वच्छपणा व स्पष्टपणा कमी होतो. ह्याचे कारण असे की, मूळ शब्दामध्ये घुमणाऱ्या ध्वनिलहरी मिसळल्यामुळे मूळ शब्द नीट व स्पष्टपणे ऐकू येईनासा होतो. ज्या ठिकाणी विशेषत: संभाषणाचे कार्यक्रम आयोजित केले जातात अशा सभागृहात सुस्पष्टतेच्या दृष्टीने ध्वनिनिनादाचे योग्य नियंत्रण करणे अत्यावश्यक असते.

सर्वसामान्यपणे सभागृहाच्या किंवा दालनाच्या भिंती, तक्तपोशी किंवा आढे व जमीन ह्यांचे पृष्ठभाग किती प्रमाणात ध्वनिपरावर्तक किंवा ध्वनिशोषक आहेत ह्यावर ध्वनिनिनादाचे प्रमाण अवलंबून असते. ध्वनिपरावर्तक पदार्थ सभागृहाच्या भिंती, तक्तपोशी व जमिनीच्या पृष्ठभागांसाठी वापरलेले असतील तर सभागृहात आवाज अतिशय जास्त प्रमाणात घुमू लागतो. सभागृहाच्या भिंतींवर, जमिनीवर व तक्तपोशीवर अशा परिस्थितीत ध्वनिशोषक पदार्थांचे अस्तर लावले तर ध्वनिशोषण होऊन ध्वनिनिनादाचे प्रमाण कमी करणे शक्य होते. ह्या विषयीचे विवेचन ह्या पुस्तकात पुढे प्रसंगानुरूप योग्य स्थळी केले आहे.

(२) ध्वनिशोषण—.ध्वनिलहर जेव्हा एखाद्या पदार्थावर आघात करते, उदाहरणार्थ, एखाद्या दालनाची भिंत, तेव्हा ध्वनिलहरीचे काही प्रमाणात अशा आघातामुळे उष्णतेत रूपान्तर होऊन शोषण होते, काही प्रमाणात ध्वनिलहर भिंतीतून पुढे आरपार जाऊन मार्गक्रमण करते आणि काही प्रमाणात तिचे परावर्तन होते असे शास्त्रज्ञांना प्रयोगांती दिसून आले आहे. सभागृहात/दालनात असलेल्या सजावटीच्या वस्तूंचाही ध्वनिशोषणाच्या कार्यात अंतर्भाव होतो. उदाहरणार्थ, एखाद्या दालनामध्ये जर भरगच्च फर्नीचर ठेवलेले असेल व जाडजूड गाद्यागिरद्याही ठेवलेल्या असतील तर ध्वनिलहरींचे शोषण होऊन दालनात कित्येकदा भयानक शांतता पसरलेली असल्याचा भास निर्माण होतो. ज्या दालनात ध्वनिशोषक वस्तू कमी प्रमाणात असतात अशा दालनात उच्च कंपन संख्येच्या ध्वनिलहरींचे अधिक कार्यक्षमतेने परावर्तन झाल्यामुळे त्या अधिक उठावदार होत असल्याचे आढळून येते. नीच किंवा मंद्र स्वरलहरींचा उठाव भिंतीवरील पृष्ठभागापेक्षा जमिनीवरील

पृष्ठभागाच्या ध्वनिशोषणावर बऱ्याच अंशी अवलंबून असतो असा अनुभव आहे. उदाहरणार्थ जमिनी-साठी लाकडाच्या फळ्या वापरलेल्या असतील तर मंद्र स्वरलहरींचा बराच उठाव होत असल्याचे प्रत्ययास येते.

(३) **ध्वनिलहरींचे समान वितरण.**—सभागृहामध्ये/दालनामध्ये कार्यक्रमाच्या ध्वनिलहरी सर्व जागी योग्य पातळीत नीट ऐकू येण्यासाठी ध्वनिलहरींचे सभागृहात यथोचित वितरण होणे आवश्यक असते.

ध्वनिलहरींचे समान वितरण होण्यासाठी स्थापत्यशास्त्र दृष्टचा सभागृहाची/दालनाची बांधणी, रचना व आकारमान विशिष्ट शास्त्रीय पद्धतीने करणे आवश्यक असते. रेकॉर्डिंग स्टुडिओ, नाट्य किंवा सिनेमागृह अशा विशिष्ट बांधणी-रचनेची सर्वांच्या परिचयाची उदाहरणे आहेत. सभागृहात निरनिराळ्या ठिकाणी परावर्तित होणाऱ्या ध्वनिलहरींचा बारकाईने अभ्यास करून सभागृहाच्या बांधणी-रचना व आकारमानाचा आराखडा स्थापत्यशास्त्रज्ञांना ठरविता येतो. समान वितरणासाठी सभागृहाच्या भिंतींवर, तक्तपोशीवर व जमिनीवर योग्य जागी व योग्य प्रमाणात ध्वनिपरावर्तक व ध्वनिशोषक पदार्थांचा वापर केला जातो. त्याचप्रमाणे ध्वनि विस्फारित कर-ण्याच्या योजनांसारख्या योजनाही वापरता येतात. ह्या विषयीचे विवेचन ह्या पुस्तकात प्रसंगा-नुरूप योग्य स्थळी केलेले आहे.

(४) **बाह्यतः निर्माण होणाऱ्या गोंगाट गलबल्याचे (Noise) निर्मूलन किंवा त्यास प्रतिबंध.**—सभागृहात किंवा दालनात बाह्यतः निर्माण होणाऱ्या गोंगाट गलबल्याचा (उदाहरणार्थ, वाहतुकीचे खडखडाट, विमानांची घरघर, कारखान्यांतील कर्णकर्कश आवाज) अतिशय उपद्रव होतो. ह्या बाबतीतील एक गंमतीदार अनुभव म्हणजे गोंगाट गलबल्याची पातळी जेव्हा जास्त असते तेव्हा सभागृहात चाललेल्या संगीत कार्यक्रमाच्या मंद्र व उच्च ह्या दोन्हीही स्वरलहरी श्रोत्यांस नीटपणे ऐकू येईनाशा होतात.

बाह्यतः निर्माण होणाऱ्या गोंगाट गलबल्यावर आदर्श उपाययोजना म्हणजे सभागृहे किंवा दालने "ध्वनि अभेद्य" (Sound proof) करणे. सभागृहे व दालने ध्वनि अभेद्य करण्यासाठी बाह्यतः येणाऱ्या गोंगाट गलबल्याच्या आवाजांसाठी ध्वनिशोषक पदार्थांचा उपयोग करून त्यांचे निर्मूलन करण्याच्या व पर्यायी अशा आवाजांच्या मार्गक्रमणात अडथळे निर्माण करून त्यांना प्रतिबंध करण्याच्या विविध उपाययोजना वापरल्या जातात.

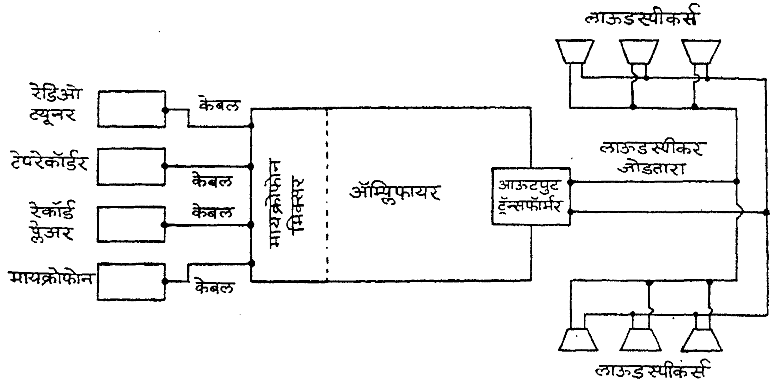
☐ ☐ ☐

प्रकरण २

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा ठोकळ आराखडा

ठोकळ आराखड्याची उपयुक्तता

एखाद्या कार्यकारी योजनेत निरनिराळ्या प्रत्येक घटकभागास काय महत्त्व व स्थान असते, सर्वांगीण योजनेच्या दृष्टीने विशिष्ट घटकभाग कोणते कार्य करतो व परस्पर घटकभागांचा एकमेकाशी कोणता संबंध असतो ह्याविषयीची सोप्या पद्धतीने कल्पना देण्यासाठी ठोकळ आराखडा (Block Diagram) अतिशय उपयुक्त असतो. अशा प्रकारे ठोकळ आराखडे देण्याची पद्धत भौतिक विज्ञान व तंत्रशास्त्रात विशेष प्रचलित आहे. आकृती २–१ मध्ये ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा



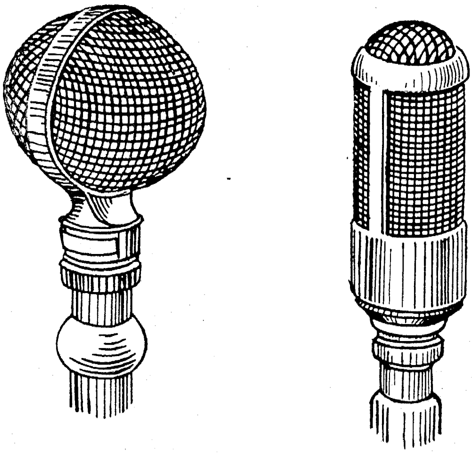
आकृती २–१

असा ठोकळ आराखडा दर्शविला असून त्यामध्ये दर्शविलेल्या प्रत्येक घटकभागाचे स्वरूप काय असते, प्रत्येक घटकभागाचे उद्दिष्ट व कार्य कोणते ह्याविषयी सामान्य माहिती ह्या प्रकरणात दिली असून नंतरच्या काही प्रकरणांमध्ये प्रत्येक घटकभागाच्या रचना आणि कार्याचे, त्याच्या निरनिराळ्या प्रकारांचे व त्याच्या खास वैशिष्ट्यांविषयीचे सविस्तर विवेचन केले आहे. अशा मूलभूत सामान्य माहितीमुळे ध्वनितंत्रज्ञास ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या निरनिराळ्या उपकरण व साधनसामग्रीविषयीची सर्वांगीण कल्पना येईल व ह्या पुस्तकात पुढे प्रसंगानुसार केलेल्या तांत्रिक विवेचनाचे यथार्थ आकलन होईल.

आकृती २–१ मध्ये दिलेल्या ठोकळ आराखड्यात डाव्या बाजूस दर्शविलेली प्रारंभीची साधने ही ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत नित्य वापरली जाणारी ध्वनिलहरी झेलणारी किंवा मुद्रित

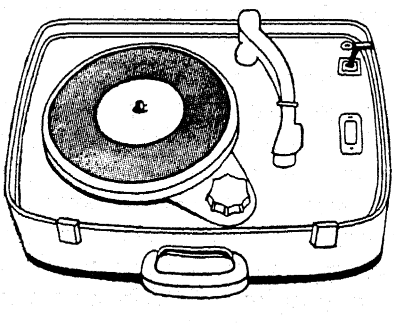
आणि प्रक्षेपित ध्वनिलहरी श्रोत्यांना ऐकविण्यासाठी वापरली जाणारी साधने आहेत. ह्या साधनांमध्ये मायक्रोफोन, ग्रामोफोन, टेपरेकॉर्डर, रेडिओ आदीकरून उपकरणांचा समावेश होतो. ह्या साधनांचा गरजेनुसार एकेरी किंवा दोन साधनांचा जोडीने वापर करणे शक्य असते.

मायक्रोफोन.—मायक्रोफोन हे ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरले जाणारे एक अत्यंत महत्त्वाचे, अत्यावश्यक किंबहुना अपरिहार्य उपकरण मानले जाते. आधुनिक ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत तीन प्रकारचे मायक्रोफोन्स विशेष प्रचलित आहेत : (१) मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोन, (२) रिबन मायक्रोफोन, (३) क्रिस्टल (किंवा सिरॅमिक) मायक्रोफोन. सर्वसामान्य कार्यक्रमांसाठी मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोन अधिक लोकप्रिय व प्रचलित आहे. संगीताच्या कार्यक्रमांसाठी रिबन मायक्रोफोन विशेष उपयुक्त असतो. क्रिस्टल मायक्रोफोन एकंदरीत बऱ्याच स्वस्त किंमतीत उपलब्ध असल्यामुळे आर्थिक गुंतवणूकीच्या प्रश्नास जेव्हा प्राधान्य असते तेव्हां क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोन अधिक पसंत केला जातो. ह्या तिन्ही प्रकारच्या मायक्रोफोन्सविषयी सविस्तर तांत्रिक विवेचन प्रकरण ३ मध्ये केले आहे.



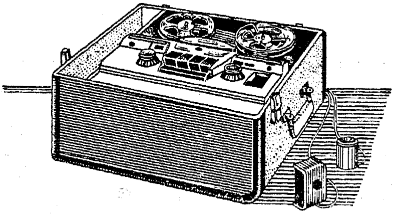
आकृती २–२

ग्रामोफोन.—ध्वनिमुद्रित रेकॉर्ड्स वाजविण्यासाठी ग्रामोफोन हे साधन ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत जरी अपरिहार्य नसले तरी एक फार उपयुक्त साधन असते. ग्रामोफोनच्या सहाय्याने मुख्य कार्यक्रमाच्या प्रारंभीच्या काळात किंवा दोन कार्यक्रमांच्या मध्यंतरात ग्रामोफोन रेकॉर्ड्स वाजविता येतात. रेकॉर्ड्स वाजविल्याने हा वेळ श्रोत्यांना कंटाळवाणा होत नाही, मुख्य कार्यक्रम ऐकण्याची त्यांची आतुरता कायम टिकविता येते आणि मुख्य म्हणजे ह्या काळात श्रोतृसमुदाय शांत व शिस्तबद्ध राखण्यासाठीही मदत होते. ग्रामोफोनविषयीची अधिक तांत्रिक माहिती पुढे प्रकरण ६ मध्ये दिली आहे.



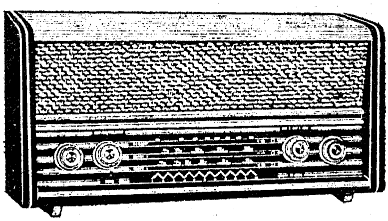
आकृती २–३

टेपरेकॉर्डर.—ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत काही कार्यक्रमांसाठी ग्रामोफोनप्रमाणे टेप-रेकॉर्डरचाही वापर केला जातो. विशेषत: नाटकांच्या कार्यक्रमांत पार्श्वसंगीत (Background music) म्हणून किंवा काही खास "साऊंड इफेक्ट्स" साठी टेपरेकॉर्डरचा उपयोग केला जातो. टेपरेकॉर्डरचा एक महत्त्वाचा फायदा म्हणजे प्रसंगानुरूप आवश्यक असलेले ध्वनिमुद्रण टेपवर आगाऊच करून ठेवता येते व त्याचा पाहिजे तेव्हा योग्य वेळी उपयोग करता येतो. टेप रेकॉर्डरविषयीची अधिक तांत्रिक माहिती पुढे प्रकरण ६ मध्ये दिली आहे.



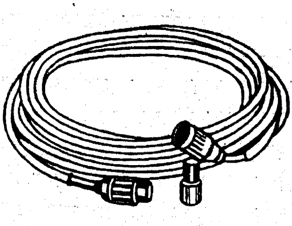
आकृती २–४

रेडिओ.—मुख्य कार्यक्रमाच्या प्रारंभी किंवा मध्यंतरात रेडिओवर चाललेले काही लोकप्रिय कार्य-क्रम श्रोत्यांना ऐकविण्यासाठी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत रेडिओचा वापर कर-ण्याची प्रथा परदेशांमध्ये बरीच प्रचलित आहे. ह्यासाठी सर्वसामान्य रेडिओ रिसि-व्हरचा वापर करता येतो. ह्या साधना-विषयीची अधिक तांत्रिक माहिती पुढे प्रकरण ६ मध्ये दिली आहे.



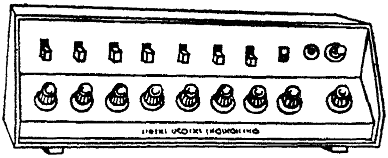
आकृती २–५

मायक्रोफोन केबल.—वर दिलेल्या ठोकळ आराखड्यात मायक्रोफोन, ग्रामोफोन व टेपरेकॉर्डर ह्या उपकरणांची अँम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी करण्यासाठी केबलचा वापर केला असल्याचे दर्शविले आहे. अशा केबलमध्ये मध्यभागी एक किंवा दोन प्रवाहवाहक तारा वापरलेल्या असतात व ह्या तारां-भोवती विद्युतविरोधक पदार्थाचे (उदाहरणार्थ, रबर, रेशीम वगैरेसारख्या पदार्थाचे) आवरण असते व नंतर ह्या आवरणाभोवती तांब्याच्या तारेच्या गुंफणीचे चिलखत (Shield) चढविलेले असते. अशा चिलखती आवरणाच्या आवश्यकतेविषयीची व मायक्रोफोन केबलच्या जोडणी बाबतीत ज्या इतर तांत्रिक समस्या आहेत त्याविषयीचे अधिक विवेचन पुढे प्रकरण ६ मध्ये केले आहे.



आकृती २–६

ध्वनिमिश्रणाची व्यवस्था : मायक्रोफोन मिक्सर—ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या ठोकळ आराखडचात मायक्रोफोन, ग्रामोफोन, टेप-रेकॉर्डर, रेडिओ आदी प्रारंभीच्या साधनांनंतर ध्वनिमिश्रणाची व्यवस्था करण्यासाठी वापरला जाणारा "मायक्रोफोन मिक्सर" विभाग दर्शविला आहे. ह्या विभागास "मायक्रोफोन मिक्सर" विभाग किंवा नुसते मिक्सर असे नाव दिले जात असले तरी सर्व साधनांच्या लहरींचे मिश्रण ह्या विभागात केले जाते.



आकृती २–७

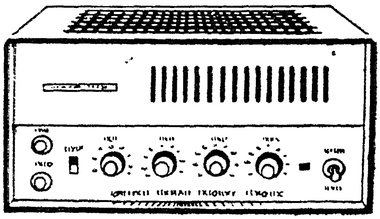
ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत कित्येकदा दोन किंवा अधिक मायक्रोफोन्स स्वतंत्रपणे वेगवेगळे किंवा एकाच वेळी वापरण्याचे प्रसंग येतात. अशा निरनिराळ्या मायक्रोफोन्सची ॲम्प्लिफायरशी जोडणी मायक्रोफोन मिक्सरतर्फे केली जाते. त्याव्यतिरिक्त रेकॉर्ड प्लेअर व टेपरेकॉर्डर-वरील ध्वनिमुद्रित कार्यक्रम व रेडिओवर चाललेले कार्यक्रम क्षेपित करण्याचीही व्यवस्था आवश्यक असते. त्यांची ॲम्प्लिफायरशी जोडणीही मिक्सरतर्फे केली जाते. ह्या सर्व साधनांतर्फे क्षेपित करावयाच्या ध्वनिलहरींचे आवश्यक असल्यास मिश्रण करण्याचे व ह्या साधनांच्या ध्वनिपातळीवर (Volume level) किंवा स्वरधर्मावर (Tone Quality) नियंत्रण ठेवण्याचे कार्य मायक्रोफोन मिक्सर विभागात करण्याची सोय असते.

सर्वसामान्य ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत ॲम्प्लिफायर विभागाशी निदान दोन मायक्रोफोन्सची जोडणी व त्याव्यतिरिक्त टेपरेकॉर्डर किंवा रेकॉर्ड प्लेअर इत्यादींसाठी सहाय्यक जोडणीची (Auxiliary Input) सोय केलेली असते. अशा व्यवस्थेत मायक्रोफोन मिक्सर विभाग हा ॲम्प्लिफायर विभागाचाच एक पोट विभाग असतो. अधिक प्रगत व विस्तृत व्यवस्थेत प्रसंगी १०-१२ मायक्रोफोन्सची जोडणी करण्याची सोय आवश्यक असते. अशा व्यवस्थेत मायक्रोफोन मिक्सर विभाग ॲम्प्लिफायर विभागापासून स्वतंत्र व विभक्त ठेवलेला असतो व केबलच्या सहाय्याने त्याची ॲम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी केलेली असते.

वर उल्लेख केल्याप्रमाणे गरजेनुसार एक किंवा अधिक मायक्रोफोन्सच्या लहरींचे मिश्रण करावयाचे असते तेव्हा मायक्रोफोन मिक्सर विभागाच्या सहाय्याने ते सहजतेने घडवून आणता येते. उदाहरणार्थ, एखाद्या सभागृहात निरनिराळ्या जागी संभाषणे, वाद्यसंगीत वगैरेसारखे कार्यक्रम जेव्हा स्वतंत्रपणे परंतु एकाच वेळी चाललेले असतात, तेव्हा अशा प्रत्येक स्वतंत्र कार्यक्रमासाठी वेगळे मायक्रोफोन्स वापरता येतात. अशा प्रसंगी मिक्सर विभागाच्या सहाय्याने ध्वनितंत्रज्ञास विवक्षित मायक्रोफोनची ॲम्प्लिफायर विभागाशी एकेरी जोडणी किंवा आवश्यक असल्यास दोन किंवा जास्त मायक्रोफोन्सची एकाच वेळी जोडणी करता येते. पुष्कळदा मायक्रोफोन मिक्सर विभागात प्रत्येक मायक्रोफोनसाठी स्वतंत्र व्हॉल्यूम कंट्रोलची व कित्येकदा टोन कंट्रोलचीही सोय केलेली असते. अशी सोय उपलब्ध असल्यास प्रत्येक मायक्रोफोनचा आवाज कमी अधिक मोठा करता येतो आणि आवश्यक असल्यास आवाजाच्या स्वरधर्माचेही (Tone Quality) नियंत्रण करता येते. पुष्कळशा कार्यक्रमांमध्ये संभाषणाच्या क्षेपणासाठी केलेल्या मायक्रोफोन जोडणीनंतर किंवा मायक्रोफोन जोडणीपूर्वी ॲम्प्लिफायर विभागाशी ग्रामोफोनची जोडणी करण्याचे प्रसंग येतात. मायक्रोफोन व ग्रामोफोनच्या जोडणीतील अशी अदलाबदल मायक्रोफोन मिक्सर विभागाच्या सहाय्याने अगदी सहजतेने, सावकाशपणे, सफाईदारपणे आणि विशेष म्हणजे काहीही खडखडाट (Noise) न होऊ देता घडवून आणता येते.

मायक्रोफोन मिक्सर विभागाविषयी अधिक तांत्रिक माहिती प्रकरण ४ मध्ये दिली आहे.

ॲम्प्लिफायर.—मायक्रोफोन, ग्रामोफोन पिकअप आदि साधनांमध्ये निर्माण होणाऱ्या विद्युत लहरी श्रवणक्षमतेच्या मानाने बऱ्याच सूक्ष्म व क्षीण असल्याने त्यांचे योग्य प्रमाणात प्रवर्धन करणे इष्ट असते. प्रवर्धनाचे हे कार्य ॲम्प्लिफायर विभागामध्ये केले जाते. मायक्रोफोनपासून तीन फूट अंतरावरून संभाषण केले तर मायक्रोफोनमध्ये निर्माण होणाऱ्या विद्युत लहरींचा दाब सामान्यत: सुमारे $\frac{१}{१००००}$ व्होल्ट इतका असतो. ॲम्प्लिफायर विभागामध्ये अशा सूक्ष्म विद्युतदाब लहरींचे सुमारे १०० व्होल्टपर्यंत, म्हणजे मूळ विद्युत लहरींच्या जवळजवळ दशलक्षांश पटीने, प्रवर्धन होणे इष्ट असते. ह्या आकड्यांवरून ॲम्प्लिफायर विभागाच्या प्रवर्धन कार्याची ध्वनितंत्रज्ञास चांगली कल्पना येऊ शकेल.



आकृती २–८

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत २० वॅट, ४० वॅट, ७५ वॅट किंवा १०० वॅट विद्युतबलाचे (power output) ॲम्प्लिफायर्स सामान्यत: वापरले जातात. अधिक विद्युतबलाची आवश्यक असलेल्या जास्त विस्तृत व प्रगत व्यवस्थेमध्ये योग्य विद्युतबलाचे एकापेक्षा अधिक ॲम्प्लिफायर्स वापरणे इष्ट व सोयीचेही असते.

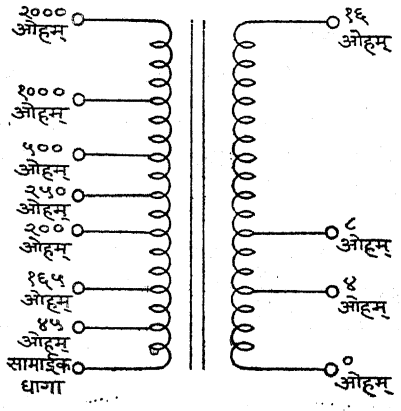
ॲम्प्लिफायर विभाग किमान किती विद्युतबलाचा असावा हे ज्या विवक्षित स्थळी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था वापरावयाची असेल त्या जागेच्या व्याप्तीवर किंवा क्षेत्रफळावर किंवा पर्यायी श्रोतृसमुदायाच्या संख्येवर, सभागृहातील गोंगाट गलबल्याच्या पातळीवर आणि श्रोतृसमुदायात योग्य ध्वनि वितरण होण्यासाठी ज्या प्रकारचे व ज्या संख्येत लाऊडस्पीकर्स वापरावे लागतील त्यावर अवलंबून असते.

सर्वसाधारण सभागृहे व सार्वजनिक स्थळांसाठी ४० वॅट विद्युतबलाचा एकच ॲम्प्लिफायर वापरला तरी तो सामान्यत: पुरेसा असतो. अशा ॲम्प्लिफायरमध्ये किमान दोन मायक्रोफोन्सची जोडणी करण्याची व त्या व्यतिरिक्त ग्रामोफोन व टेपरेकॉर्डरची जोडणी करण्याची जादा सोय असणे आवश्यक असते. ॲम्प्लिफायर विभागामध्ये टोन कंट्रोलसची सोयही फार महत्त्वाची असते. कारण पुढे योग्य स्थळी विवेचन केल्याप्रमाणे मायक्रोफोनच्या ध्वनिकंप्रता प्रतिसादांतील (Frequency Response) उणिवांमुळे, भिन्न व्यक्तींच्या आवाजातील वैगुण्यांमुळे व सभागृहाच्या खास ध्वनि व श्रवण संबंधित गुणधर्मांमुळे (Acoustics) ज्या समस्या निर्माण होतात त्या टोन कंट्रोलच्या योग्य जुळवणीने सोडविता येतात, टाळता येतात किंवा निदान त्यांमध्ये बरीच सुधारणा तरी घडवून आणता येते.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या ॲम्प्लिफायरचे बाबतीत वरील गोष्टीं-व्यतिरिक्त इतरही काही तांत्रिक अपेक्षा आहेत. प्रकरण ४ मध्ये ॲम्प्लिफायर्सविषयी अधिक तांत्रिक विवेचन केले आहे.

लाऊडस्पीकर्सच्या जोडतारा.—ठोकळ आराखडचात लाऊडस्पीकर्सची ॲम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी जोडतारांतर्फे केलेली असल्याचे दर्शविले आहे. ह्या जोडतारांना इंग्रजीत " लाऊडस्पीकर फीडर्स " म्हणतात. लाऊडस्पीकर्सची उभारणी ॲम्प्लिफायर विभागापासून नजीक अंतरावर केलेली असेल तर त्यांच्या जोडणीचे बाबतीत विशेष अडचणी निर्माण होत नाहीत. प्लॅस्टिकचे आवरण असलेली साधी १४/००७६ किंवा २३/००७६ गेजची नागमोडी गुंफण असलेली (twisted) जोडतार अशा जोडणीसाठी वापरता येते. ह्या जोडतारांची निवड करताना भिन्न रंगांचे प्लॅस्टिकचे आवरण असलेल्या जोडतारा अधिक पसंत केल्या जातात. तारांवरील भिन्न रंगांच्या आवरणांमुळे विवक्षित जोडतारा सहज ओळखता येतात. पुढे प्रकरण ८ मध्ये विवेचन केल्याप्रमाणे लाऊडस्पीकर्सची एकतालता (phasing) साधण्यासाठी जोडतारांची लाऊडस्पीकर्सशी योग्य ती जोडणी करणे तारेवरील रंगामुळे सुलभ व सोयीचे होते.

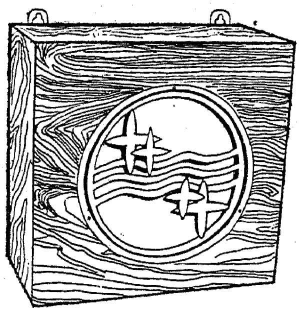
दूर अंतरावर उभारणी केलेल्या लाऊडस्पीकर्ससाठी वापरल्या जाणाऱ्या जोडतारांचे बाबतीत जोडतारांच्या विद्युत विरोधाचा प्रश्न उग्र स्वरूप धारण करतो. कारण तारेची लांबी जितकी जास्त तितका तिचा विद्युत विरोध जास्त वाढतो व त्यामुळे ॲम्प्लिफायर विभागात प्रवर्धित झालेल्या श्राव्य विद्युत लहरींचा लाऊडस्पीकरकडे पोहोचेपर्यंत बराच अपव्यय (loss) होण्याची शक्यता असते. अशा प्रकारचा अपव्यय टाळण्यासाठी शक्य तेवढचा कमी विद्युतविरोधाची म्हणजे जास्तीत जास्त जाडीची तार वापरणे आवश्यक असते. दूर अंतरावरील लाऊडस्पीकर्सची जोडणी करण्यात ह्या व्यतिरिक्त इतरही तांत्रिक समस्या निर्माण होतात. ह्या तांत्रिक समस्यांविषयीचे विवेचन पुढे प्रकरण ७ मध्ये केलेले आहे.



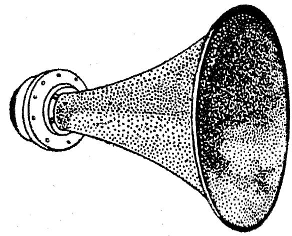
आकृती २–९

लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर.—ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत लाऊडस्पीकर्सची उभारणी जेव्हा ॲम्प्लिफायरपासून दूर अंतरावर करण्याचे प्रसंग येतात तेव्हा वर उल्लेख केलेल्या तांत्रिक समस्या निर्माण होतात व त्या सोडविण्यासाठी " लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर " चा वापर करणे आवश्यक असते. आकृती २–९ मध्ये अशा ट्रॅन्सफॉर्मरची रचना दर्शविणारे एक चित्र दिले आहे. लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर्स व त्यांच्या वापराविषयीचे तांत्रिक विवेचन पुढे प्रकरण ७ मध्ये केले आहे.

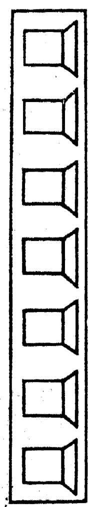
लाऊडस्पीकर्स.—ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत लाऊडस्पीकर्सची योग्य जागी उभारणी करणे हे महत्त्वाचे कार्य असते. ठोकळ आराखड्यामध्ये लाऊडस्पीकर्स हे ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील



आकृती २–१०



आकृती २–११



आकृती २–१२

शेवटचे घटकभाग असल्याचे दर्शविले आहे. बंदिस्त जागी लाकडी पेटीत बसविलेले साधे "कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्स" वापरले जातात. आकृती २–१० पाहा. खुल्या जागी दूर अंतरावर विशिष्ट दिशेने ध्वनिक्षेपण करण्यासाठी कर्ण्याचा वापर केलेले म्हणजे "हॉर्न लाऊडस्पीकर्स" वापरले जातात. आकृती २–११ पाहा. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत ज्यांना "कॉलम लाऊडस्पीकर्स" किंवा ज्यांना "लाऊडस्पीकर स्तंभ" म्हणता येईल असे लाऊडस्पीकर्स हल्ली विशेष प्रचलित व लोकप्रिय होऊ लागले आहेत. आकृती २–१२ पाहा. लाऊडस्पीकर्स स्तंभांचा (Column loudspeakers) वापर करून ध्वनि वितरणाचे बाबतीत निर्माण होणाऱ्या काही समस्या, पुढे योग्य स्थळी विवेचन केल्याप्रमाणे, कौशल्याने सोडविता येतात.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत विशिष्ट स्थळ व प्रसंगानुसार विविध प्रकारचे व भिन्न बनावटीचे लाऊडस्पीकर्स वापरले जातात. अशा लाऊडस्पीकर्सविषयीची सविस्तर माहिती प्रकरण ५ मध्ये दिलेली आहे. □ □ □

प्रकरण ३

मायक्रोफोन्स

आधुनिक ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या तीन प्रकारच्या मायक्रोफोन्स-विषयीचा उल्लेख गेल्या प्रकरणात आलेला आहे. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत मायक्रोफोन हे एक अत्यंत महत्त्वाचे उपकरण असल्याने मायक्रोफोन्सच्या बाबतीत चांगले ज्ञान, त्याचप्रमाणे निरनिराळ्या मायक्रोफोन्सचे कार्य कसे होते, मायक्रोफोन्सची गुणवत्ता ठरविताना मायक्रोफोन्सचे निरनिराळे गुणविशेष (Characteristics) कसे उपयुक्त होतात ह्या विषयीची सखोल तांत्रिक आणि व्यावहारिक माहिती ध्वनितंत्रज्ञास असणे अत्यावश्यक आहे. ह्या प्रकरणात प्रथम मायक्रोफोन्सच्या गुणविशेषांविषयीचे व नंतर ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या ह्या तीन प्रमुख प्रकारच्या मायक्रोफोन्सच्या रचना आणि कार्याविषयीचे विवेचन केले आहे.

मायक्रोफोनचे गुणविशेष (Characteristics)

मायक्रोफोन हे अत्यंत महत्त्वाचे उपकरण असल्याने ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत उत्तम दर्जाच्या मायक्रोफोन उपकरणाची निवड करणे अत्यंत आवश्यक असते. दर्जेदार बनावटीची उपकरणे साहजिकच किंमतीने महाग असतात. किंमतीच्या दृष्टीने विचार केल्यास सर्वसाधारणपणे क्रिस्टल किंवा सिरॅमिक मायक्रोफोन सर्वांत स्वस्त, मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोन त्यापेक्षा अधिक किंमतीचा आणि रिबन मायक्रोफोन किंमतीने त्याहीपेक्षा जास्त असतो. परंतु कमी दर्जाचे मुव्हिंग कॉईल किंवा रिबन मायक्रोफोन घेण्याऐवजी त्यातल्यात्यात चांगल्या दर्जाचा क्रिस्टल किंवा सिरॅमिक मायक्रोफोन घेणे तांत्रिक व खर्चाच्या दृष्टीनेही अधिक किफायतशीर असते हे लक्षात ठेवले पाहिजे.

मायक्रोफोनचा दर्जा त्याच्या बनावटीच्या उत्कृष्टतेवर, मायक्रोफोनसाठी उत्पादनकार्यांत वापरलेल्या वस्तूंच्या गुणवत्तेवर आणि उत्पादन कौशल्यावर तर अवलंबून असतोच, परंतु खास म्हणजे त्याच्या सर्वांत महत्त्वाच्या गुणविशेषावर अवलंबून असतो. हा गुणविशेष म्हणजे मायक्रोफोनचा " ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद " (Frequency Response). ध्वनिकंप्रता प्रतिसादाप्रमाणेच मायक्रोफोनचे इतरही गुणविशेष आहेत. मायक्रोफोनचा दुसरा महत्त्वाचा गुणविशेष म्हणजे त्याची दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रता (Directional Property). ह्या दोन गुणविशेषांवरून विशिष्ट मायक्रोफोनची विवक्षित कार्यासाठी कार्यक्षमता कशी असू शकेल ह्याविषयी निश्चित अंदाज ध्वनितंत्रज्ञास बांधता येणे शक्य होते. मायक्रोफोन्स बाबतीत ह्याव्यतिरिक्त इतरही दोन गुण विशेष तांत्रिक दृष्ट्या विचारात घेतले जातात. हे गुणविशेष म्हणजे मायक्रोफोनचे संरोधन (Impedance) व मायक्रोफोनची संवेदनशीलता (Sensitivity). मायक्रोफोनचे संरोधन व संवेदनशीलता हे दोन्ही गुणविशेष मात्र वरील दोन गुणविशेषांपेक्षा एक प्रकारे गौण स्वरूपाचे असतात, कारण मायक्रोफोनची निवड पूर्वतःच ह्या गुणविशेषांच्या दृष्टीने योग्य व जुळेशा अशा ॲम्प्लिफायर मंडलाच्या दृष्टीने केलेली असली म्हणजे व्यवहारात ह्या बाबतीत अडचणी येत नाहीत. मायक्रोफोन्सच्या ह्या चार गुणविशेषांविषयी अधिक तांत्रिक विवेचन पुढील परिच्छेदांमध्ये केले आहे.

मायक्रोफोनचा ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद (Frequency Response)

मायक्रोफोनचा ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद (Frequency Response) दोन तांत्रिक गोष्टींवरून ठरविला जातो—

(१) मायक्रोफोनमध्ये ज्या ध्वनिलहरींना प्रतिसाद मिळतो त्या ध्वनिलहरींच्या कंपनसंख्येचा एकूण टप्पा (Frequency Range),

(२) निरनिराळ्या कंपनसंख्येच्या ध्वनिलहरींना प्रतिसाद मिळताना संवेदनशीलतेत (Sensitivity) पडणारा फरक.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत संभाषणाचे किंवा संगीताचे कार्यक्रम क्षेपित करण्याचे प्रसंग सामान्यपणे जास्त प्रमाणात येतात. ह्या कार्यक्रमांच्या नैसर्गिक व हुबेहूब ध्वनि पुनरुत्पत्तीसाठी, (High Fidelity) ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत दर सेकंदास निदान ५० सायकल्स ते ७००० सायकल्स कंपनसंख्येच्या टप्प्यातील ध्वनिलहरींना यथोचित प्रतिसाद मिळणे आवश्यक आहे, असा ह्या बाबतीत प्रमाणित केलेल्या ब्रिटिश संहितेचा (British standard code of practice) दंडक आहे. त्या दृष्टीने मायक्रोफोनमध्ये मिळणाऱ्या ध्वनिलहरींच्या कंप्रता प्रतिसादाचा टप्पा निदान वरील इतका आणि शक्य असल्यास अधिक विस्तृत असणे इष्ट असते असे म्हणावयास हरकत नाही. अर्थात, इतक्या विस्तृत टप्प्याची गरज सामान्यतः संगीत कार्यक्रमांसाठीच आवश्यक असते हे येथे नमूद केले पाहिजे. कारण कित्येक ध्वनितज्ज्ञांच्या मते केवळ संभाषणाच्या कार्यक्रमांसाठी मायक्रोफोनचा ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद दर सेकंदास ३०० ते ३००० सायकल्स कंपनसंख्येच्या टप्प्यात मर्यादित असेल तरी तो पुरेसा असतो.

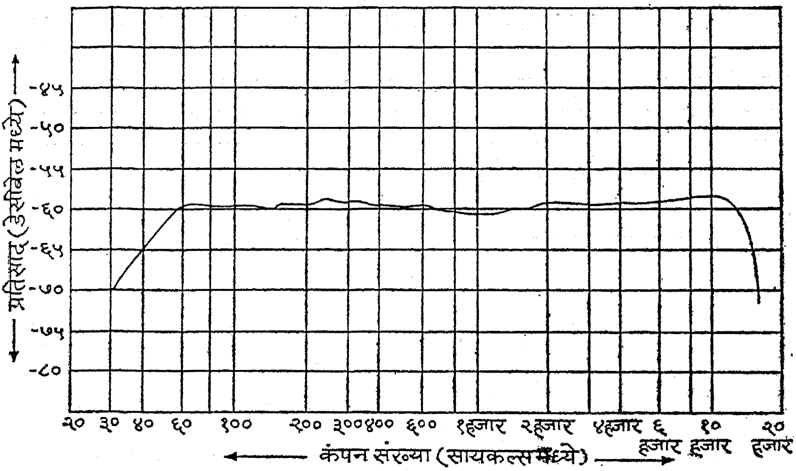
ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत ध्वनिकंप्रता प्रतिसादाविषयीची वर उल्लेख केलेली दुसरी तांत्रिक गोष्ट मात्र अतिशय महत्त्वाची मानली जाते. मायक्रोफोनमध्ये ध्वनिलहरींच्या कंपनसंख्येच्या किती विस्तृत टप्प्यातील लहरींना प्रतिसाद मिळतो ह्यापेक्षा विशिष्ट टप्प्यातील ध्वनिलहरींच्या निरनिराळ्या कंपनसंख्येच्या लहरींना मायक्रोफोनमध्ये समसमान प्रतिसाद (Uniform Response) मिळतो किंवा नाही हे तांत्रिक दृष्ट्या अधिक महत्त्वाचे मानले जाते. दुसऱ्या शब्दात सांगावयाचे झाल्यास विशिष्ट कंपनसंख्येच्या टप्प्यातील सर्व ध्वनिलहरींना मिळणाऱ्या प्रतिसादाचे बाबतीत मायक्रोफोनच्या संवेदनशीलतेच्या (Sensitivity) दृष्टीने प्रतिसादात फरक न पडणे महत्त्वाचे मानले जाते. पुढे प्रकरण ८ मध्ये ह्या बाबतीत केलेले तांत्रिक विवेचन वाचल्यानंतर ध्वनिप्रतिपुष्टीची (Acoustic feedback)) समस्या सोडविण्यासाठी समसमान ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद (Uniform frequency response)) असलेला मायक्रोफोन का आवश्यक किंबहुना अपरिहार्य मानला जातो ह्याचे महत्त्व ध्वनितंत्रज्ञाच्या ध्यानात येईल.

मायक्रोफोनच्या ध्वनिकंप्रता प्रतिसादाविषयी माहिती देताना मायक्रोफोन उत्पादक आपल्या तांत्रिक साहित्यात ह्या गुणविशेषाचा निर्देश खालील पद्धतीने करतात—

"ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद : दर सेकंदास ६० ते १३००० सायकल्स."

वरील विधानाचा व्यावहारिक दृष्ट्या अभिप्रेत अर्थ एवढाच की ध्वनिलहरींच्या निर्देशित टप्प्यातील दोन्ही टोकांच्या (म्हणजे कमी व जास्त कंपनसंख्येच्या टोकांच्या) बाजूंवर प्रतिसादात काही प्रमाणात उतारा (drop) अनुभवास येईल.

काही उत्पादक मायक्रोफोनच्या ध्वनि कंप्रताप्रतिसादाचे आलेख प्रसिद्ध करतात. अशा आलेखाचा एक नमुना आकृती ३-१ मध्ये दर्शविला आहे.



आकृती ३–१

मायक्रोफोनची दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रता (Directional Property)

मायक्रोफोनची दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रता म्हणजे वस्तुत: निरनिराळ्या दिशांकडून येणाऱ्या ध्वनिलहरींना मायक्रोफोनमध्ये मिळणाऱ्या प्रतिसादाचे मूल्यमापन असते असे म्हणावयास हरकत नाही. मायक्रोफोनच्या दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रतेचे तीन मुख्य प्रकारांत वर्गीकरण केले जाते. हे तीन प्रकार म्हणजे (१) बहुदिश (Omni-directional), (२) द्विदिश (Bi-directional) आणि (३) एकदिश (Uni-directional) ध्वनिग्रहण पात्रता.

बहुदिश (Omni-directional) ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या मायक्रोफोनमध्ये स्थूलमानाने समतल दिशेत सर्व दिशांकडून येणाऱ्या ध्वनिलहरी समप्रमाणात झेलल्या जातात.

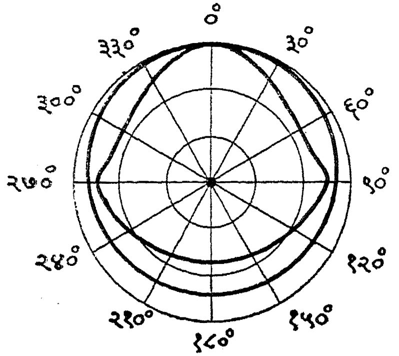
द्विदिश (Bi-directional) ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या मायक्रोफोनमध्ये मायक्रोफोनच्या फक्त पुढील व मागील ह्या दोन दिशांनी येणाऱ्या ध्वनिलहरींचे ग्रहण केले जाते. बाजूवरील दोन्ही दिशांकडून येणाऱ्या ध्वनिलहरींना अशा मायक्रोफोनमध्ये प्रतिसाद दिला जात नाही.

एकदिश (Uni-directional) ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या मायक्रोफोनमध्ये फक्त मायक्रोफोनच्या पुढील बाजूकडून येणाऱ्या ध्वनिलहरीच ग्रहण केल्या जातात. बाकीच्या इतर सर्व दिशांकडून येणाऱ्या ध्वनिलहरी मायक्रोफोनमध्ये टिपल्या जात नाहीत.

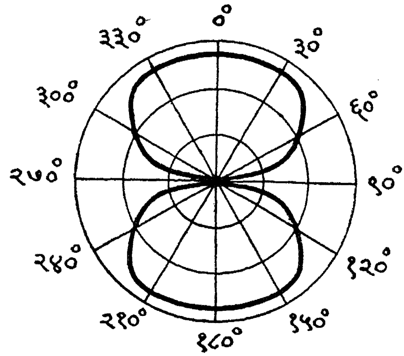
दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रतेचे ध्रुवाभिमुख आलेख (Polar diagrams)

मायक्रोफोनची दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रता ध्रुवाभिमुख आलेखांच्या (Polar diagrams) स्वरूपात निर्देशित करण्याची प्रथा आहे. असा आलेख तयार करण्यासाठी मायक्रोफोन जणू काय एखाद्या वर्तुळाच्या मध्यभागी स्थापित केला जातो व ह्या मध्यबिंदूच्या सभोवार वर्तुळाच्या परिधी-वरून निरनिराळ्या दिशांकडून एका ठराविक विशिष्ट तीव्रतेच्या ध्वनिलहरी मायक्रोफोनवर

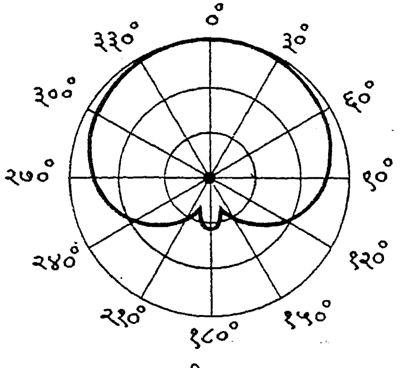
क्षेपित केल्या जातात. मायक्रोफोनमध्ये अशा ध्वनिलहरींना मिळणाऱ्या कमी अधिक प्रतिसादाप्रमाणे मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युत लहरींच्या दाबांची नोंदणी केली जाते व ह्या नोंदणींच्या सहाय्याने ध्रुवाभिमुख आलेख (polar diagram) काढला जातो. ध्रुवाभिमुख आलेख कसा तयार करता येतो हे अधिक समर्पकपणे समजण्यासाठी मायक्रोफोन एखाद्या अनेक आरा (spokes) असलेल्या चाकाच्या मध्यावर स्थापित केला आहे अशी कल्पना करा. निरनिराळ्या आरा म्हणजे चाकाच्या वर्तुळाच्या त्रिज्याच (Radius) असतात. ह्या त्रिज्येवर वर्तुळाच्या मध्यबिंदूपासून वर वर्णन केलेल्या विद्युत लहरींच्या दाबांच्या कमी अधिक नोंदणीनुसार प्रमाणित अंतरावर बिंदू स्थापित केले व हे निरनिराळे बिंदू नंतर एकमेकांशी जोडले म्हणजे मायक्रोफोनच्या दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रतेचा ध्रुवाभिमुख आलेख तयार होतो. आकृती ३–२, आकृति ३–३ व आकृति ३–४ मध्ये अशा धर्तीवर तयार केलेले बहुदिश, द्विदिश व एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या मायक्रोफोन्सचे ध्रुवाभिमुख आलेख नमुन्यादाखल दर्शविले आहेत.



आकृती ३–२



आकृती ३–३



आकृती ३–४

आकृती ३–२ चे निरीक्षणावरून दिसून येईल की बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या मायक्रोफोनचा ध्रुवाभिमुख आलेख तत्त्वतः वर्तुळाकार असतो. असे मायक्रोफोन्स समतल दिशेत पुढील, मागील आणि इतरही बाजूंकडून स्थूलमानाने सारखेच संवेदनशील (Sensitive) असल्यामुळे

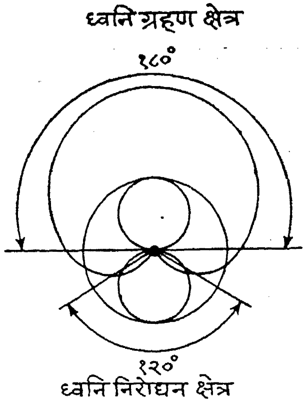
आवाज कोणत्याही दिशेकडून येवो, मायक्रोफोनमध्ये असे आवाज टिपले जातात. ह्या गुणविशेषाचा एक तोटा म्हणजे श्रोतृसमुदायात चाललेला गोंगाट गलबला, सभागृहात प्रतिध्वनीमुळे (Reflection) निर्माण होणारा ध्वनिनिनाद (Reverberation) आणि लाऊडस्पीकर्समधून क्षेपित केलेल्या प्रवर्धित ध्वनिलहरी पुन्हा मायक्रोफोनमध्ये झेलल्या जाण्याची म्हणजे ध्वनिप्रतिपुष्टी (Acoustic feedback) होण्याची फार शक्यता असते. अशा प्रकारचे सभोवतालचे आवाज जेव्हा अनावश्यक असतात (आणि सामान्यत: अशीच परिस्थिती असते) तेव्हा बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचा मायक्रोफोन वापरणे इष्ट नसते. परंतु सर्व दिशांकडून येणाऱ्या ध्वनिलहरींचे जेव्हा ग्रहण करावयाचे असते तेव्हा मायक्रोफोनचा हा गुणविशेष उपयुक्त होतो, कारण अशा प्रकारचा मायक्रोफोन योग्य जागी टांगून ठेवला की तो सर्व दिशांकडून येणाऱ्या ध्वनिलहरी झेलू शकतो. उदाहरणार्थ, सामूहिक परिसंवाद, गोलमेज परिषद, बॅन्ड किंवा वाद्यवृंदाच्या कार्यक्रमांसाठी असा बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रता असलेला मायक्रोफोन नेहमी वापरला जातो. ह्या व्यतिरिक्त ह्या मायक्रोफोनचा दुसरा एक विशेष फायदा म्हणजे त्याची स्थानांतर क्षमता (Maneuvrability) म्हणजे कार्यक्रमाच्या जागी त्याची पाहिजे तेथे कोठेही हलवाहलव करता येते, कारण सर्व दिशांकडून येणाऱ्या ध्वनिलहरी त्यामध्ये सहजतेने झेलल्या जात असल्याने तो एका जागेवरून दुसऱ्या जागी हालविताना काहीही अडचण निर्माण होत नाही.

आकृती ३–३ च्या निरीक्षणावरून दिसून येईल की, द्विदिश ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या मायक्रोफोनचा ध्रुवाभिमुख आलेख तत्त्वत: इंग्रजी आठ ह्या आकड्याच्या आकाराचा आहे. अशा प्रकारच्या मायक्रोफोनमध्ये ध्वनिलहरी फक्त पुढील व मागील बाजूंकडूनच झेलल्या जातात. दुसऱ्या राहिलेल्या दोन बाजूंकडून ध्वनिलहरी टिपल्या जात नाहीत. हा एक महत्त्वाचा फायदा असतो. ध्वनिलहरी न झेलणाऱ्या ह्या बाजू सभागृहातील गोंगाट गलबल्याकडे किंवा लाऊडस्पीकर्समधून येणाऱ्या प्रवर्धित ध्वनिलहरींच्या दिशेकडे सामोऱ्या करून मायक्रोफोन ठेवला तर असे अनावश्यक आवाज मायक्रोफोनमध्ये झेलले जात नाहीत. समोरासमोर बसलेल्या दोन व्यक्तींमध्ये चाललेले संभाषण किंवा संवाद क्षेपित करण्यासाठी द्विदिश ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या मायक्रोफोनचा वापर आदर्श समजला जातो.

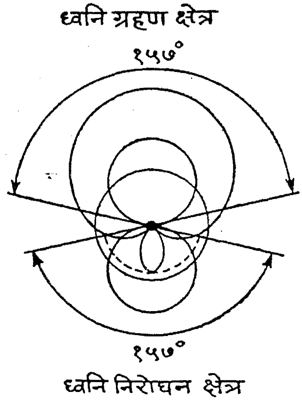
आकृती ३–४ च्या निरीक्षणावरून दिसून येईल की, एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या मायक्रोफोनचा ध्रुवाभिमुख आलेख तत्त्वत: हृदयाच्या आकाराचा असतो. ह्या आकारामुळे अशा मायक्रोफोनला इंग्रजीत "कार्डिऑइड" (Cardioid)––म्हणजे हृदयाच्या आकारासारखा–– मायक्रोफोन म्हणतात. अशा मायक्रोफोनमध्ये एकाच दिशेने ध्वनिलहरी झेलल्या जात असल्याने वक्त्याकडे मायक्रोफोनचे तोंड फिरविले तर सभागृहातील मायक्रोफोनच्या मागील बाजूकडून येणाऱ्या श्रोतृसमुदायातील गोंगाट गलबल्याचे किंवा लाऊडस्पीकरमधून क्षेपित झालेल्या प्रवर्धित ध्वनिलहरींचे अनावश्यक आवाज किंवा सभागृहातील समोरच्या भिंतीवरून उमटणारे त्याचे प्रतिध्वनी (Echoes) मायक्रोफोनमध्ये झेलले जात नाहीत.

एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या कार्डिऑईड मायक्रोफोनची एक परिणती म्हणजे साध्या "कार्डिऑईड" मायक्रोफोन ऐवजी ज्याला "सुपर कार्डिऑईड" (Super Cardioid) मायक्रोफोन म्हणतात, अशा मायक्रोफोनचे उत्पादन हल्ली केले जाते. अशा मायक्रोफोनचे एक खास वैशिष्टय म्हणजे मायक्रोफोनच्या पुढील बाजूकडील ध्वनिलहरी झेलण्याचे क्षेत्र (frontal pick-up area) साध्या कार्डिऑईड मायक्रोफोनपेक्षा अधिक संकुचित केलेले असते. अर्थात त्यामुळे मायक्रोफोनच्या मागील बाजूच्या ध्वनिलहरी न झेलणाऱ्या किंवा ध्वनि निरोधनाच्या क्षेत्राची (Rear rejection area) व्याप्ती मात्र काही प्रमाणात वाढते. साध्या "कार्डिऑईड" व "सुपर कार्डिऑईड" मायक्रोफोन्समधील ध्वनिलहरींच्या ग्रहण व निरोधनातील फरक ध्वनिलहरी झेलण्याच्या म्हणजे

" ग्रहण कोना " वरून (Acceptance Angle) व ध्वनिलहरी न झेलण्याच्या म्हणजे " निरोध कोना " वरून (Rejection Angle) आकृती ३–५ व आकृती ३–६ मध्ये स्पष्ट केला आहे.

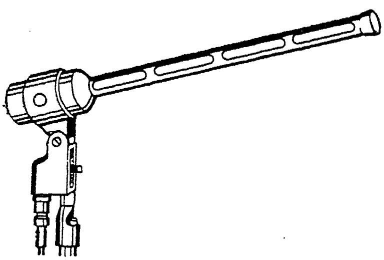


आकृती ३–५

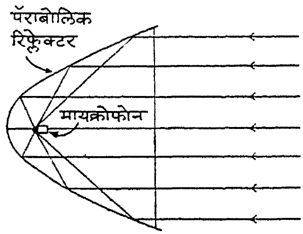


आकृती ३–६

एकदिश ध्वनिग्रहणाच्या प्रगतीत इतरही प्रयत्न झालेले आहेत. अशा अत्याधुनिक प्रकारांमध्ये ज्याला " मशीन गन मायक्रोफोन " (Machine Gun Microphone) म्हणतात अशा मायक्रोफोनचा व ज्यामध्ये " पॅराबोलिक रिफ्लेक्टर " चा (Parabolic Reflector) वापर केला जातो अशा मायक्रोफोनचा समावेश होतो. आकृती ३–७ व आकृती ३–८ पहा. मशीन गन मायक्रोफोनची एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रता अतिशय तीव्र असते. सभागृहात संभाषण करणाऱ्या व्यक्तीवर अशा प्रकारचा मायक्रोफोन बंदुकीप्रमाणे रोखला तर संभाषण करणाऱ्या व्यक्तीचे आवाज दूर अंतरावरूनही सूक्ष्मपणे टिपता येतात. " पॅराबोलिक रिफ्लेक्टर " वापरलेल्या मायक्रोफोनमध्ये एका विशिष्ट दिशेने येणाऱ्या ध्वनिलहरी पॅराबोलिक रिफ्लेक्टरच्या केंद्रबिंदूवर बसविलेल्या मायक्रोफोनवर परावर्तित होऊन केंद्रित होण्याची सोय असल्याने कोणत्याही विवक्षित दिशेने येणाऱ्या दूर अंतरावरील ध्वनिलहरी (उदाहरणार्थ, पक्ष्यांचे आवाज) सूक्ष्मपणे टिपता येतात. पॅराबोलिक रिफ्लेक्टरचा आकार मात्र बराच आवाढव्य असल्याने व्यवहारात असा मायक्रोफोन हाताळणे सोयीचे



आकृती ३–७ मशीन गन मायक्रोफोन



आकृती ३–८

नसते. सर्वसामान्य ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत वरील दोन्ही प्रकारच्या मायक्रोफोन्सचा वापर करण्याचे प्रसंग सामान्यत: निर्माण होत नाहीत.

मायक्रोफोनचे संरोधन (Impedance)

संरोधनाच्या दृष्टीने मायक्रोफोन्सचे स्थूलमानाने दोन प्रकारांत वर्गीकरण केले जाते : (१) कमी संरोधनाचे (Low impedance) मायक्रोफोन्स, (२) जास्त संरोधनाचे (High impedance) मायक्रोफोन्स.

सर्वसामान्यपणे ५० ओह्म किंवा त्यापेक्षा कमी संरोधन असलेले मायक्रोफोन्स कमी संरोधनाचे मायक्रोफोन्स (Low impedance microphones) समजले जातात. १०००० ओह्म किंवा त्यापेक्षा जास्त संरोधन असलेल्या मायक्रोफोन्सचे जास्त संरोधनाच्या मायक्रोफोन्समध्ये (High impedance microphones)) वर्गीकरण केले जाते.

मायक्रोफोन्सच्या बाबतीत एक अत्यंत महत्त्वाची तांत्रिक बाब म्हणजे मायक्रोफोनची ॲम्प्लिफायर विभागाशी किंवा मायक्रोफोन मिक्सर विभागाशी जोडणी करताना मायक्रोफोनचे संरोधन व ॲम्प्लिफायरच्या पूर्वजोडणी मंडलाचे संरोधन (Input impedance) ह्यांची योग्य जुळवणी (matching) होणे अत्यावश्यक असते. मायक्रोफोनचे संरोधन आणि ज्या ॲम्प्लिफायर किंवा मायक्रोफोन मिक्सर विभागाशी त्याची जोडणी करावयाची असते त्या ॲम्प्लिफायर किंवा मिक्सरच्या पूर्वजोडणी विभागाचे संरोधन जर भिन्न असतील तर अशा जोडणीसाठी योग्य व जुळेशा ट्रॅन्सफॉर्मरचा (Matching transformer) वापर करून अशा विभिन्न संरोधनांची जुळवणी (Impedance matching) करणे इष्ट असते. मायक्रोफोनची ॲम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी करण्याचे बाबतीत ह्या व्यतिरिक्त इतरही समस्या निर्माण होतात. मायक्रोफोन व ॲम्प्लिफायर विभागाच्या जोडणीविषयीचे सविस्तर तांत्रिक विवेचन पुढे प्रकरण ७ मध्ये केले आहे.

मायक्रोफोनची संवेदनशीलता (Sensitivity)

जो मायक्रोफोन दूर अंतरावरील ध्वनिलहरी झेलू शकतो तो मायक्रोफोन अधिक संवेदनशील व जो कमी प्रमाणात झेलतो किंवा झेलू शकत नाही तो मायक्रोफोन त्या मानाने कमी संवेदनशील असतो अशी सामान्य माणसाची संवेदनशीलतेविषयीची कल्पना असते. परंतु तांत्रिक दृष्ट्या ह्या कल्पनेमुळे कित्येकदा दिशाभूल होण्याची शक्यता असते. ह्याचे कारण म्हणजे एखादा मायक्रोफोन कमी संवेदनशील म्हणून गणला असला परंतु अशा मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न झालेल्या विद्युत लहरींचे जर पुरेशा प्रमाणात प्रवर्धन केले तर तोच मायक्रोफोन चांगला संवेदनशील असल्यासारखा भास होतो. त्या दृष्टीने मायक्रोफोनची संवेदनशीलता (Sensitivity) काही प्रमाणभूत तांत्रिक कसोट्या वापरून ठरविली तरच ह्याबाबतीत अचूक मूल्यमापन करणे शक्य होते.

तांत्रिक दृष्ट्या मायक्रोफोनची संवेदनशीलता विशिष्ट व प्रमाणित ध्वनि दाब लहरींमुळे मायक्रोफोनमध्ये ज्या समसमान विद्युतलहरी उत्पन्न होतात त्यांच्या विद्युतदाबाच्या प्रमाणावरून ठरविली जाते. हा विद्युतदाब जितका जास्त तितका मायक्रोफोन अधिक संवेदनशील (Sensitive) समजला जातो. साहजिकच, जेव्हा मायक्रोफोन अधिक संवेदनशील असतो तेव्हा त्यामध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युतलहरींचे त्यामानाने कमी प्रमाणात प्रवर्धन केले तरी चालू शकते. वरील विवेचनावरून ध्वनितंत्रज्ञाच्या लक्षात येईल की, तांत्रिक दृष्ट्या मायक्रोफोनची संवेदनशीलता ठरविताना

ध्वनिलहरींची पातळी (Sound level) व मायक्रोफोनमध्ये निर्माण होणाऱ्या विद्युतलहरींची पातळी (Electrical level) ह्या दोन्ही गोष्टी जमेस धराव्या लागतात.

निरनिराळ्या मायक्रोफोन्सच्या संवेदनशीलतेचे मोजमाप करण्यासाठी ध्वनिलहरींची जी प्रमाणभूत पातळी ठरविलेली आहे ती "मायक्रोबार" (Microbar) ह्या परिमाणात व्यक्त केली जाते. "मायक्रोबार" ह्या परिमाणाची व्याख्या द्यावयाची झाल्यास असे म्हणता येईल की मायक्रोबार हे दर चौरस सेंटीमीटर पृष्ठभागावर पडणाऱ्या ध्वनिलहरींच्या दाबाचे "डाइन" (Dyne) ह्या परिमाणात व्यक्त केलेले प्रमाण असते. मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युत-लहरींची पातळी "व्होल्ट्स" मध्ये किंवा पर्यायी "वॅट्स" ह्या विद्युतबलाच्या परिमाणात व्यक्त केली जाते.

वरील परिमाणांप्रमाणे जास्त संरोधनाच्या मायक्रोफोन्सची संवेदनशीलता (Sensitivity) "दर मायक्रोबारमागे एक व्होल्ट" ही प्रमाणभूत संदर्भ पातळी (Reference level) धरून व्यक्त करण्याची प्रथा आहे. कमी संरोधनाच्या मायक्रोफोन्सची संवेदनशीलता "दर १० मायक्रोबार-मागे एक मिलीवॅट" ही प्रमाणभूत संदर्भ पातळी धरून व्यक्त करण्याची प्रथा आहे. उदाहरणार्थ, जास्त संरोधनाच्या एखाद्या मायक्रोफोनची संवेदनशीलता वर उल्लेख केलेल्या संदर्भ पातळीप्रमाणे "दर मायक्रोबारमागे १·२५ मिलीव्होल्ट" अशी व्यक्त केली जाईल व कमी संरोधनाच्या एखाद्या मायक्रोफोनची संवेदनशीलता "दर १० मायक्रोबारमागे ४ मिलीमायक्रोवॅट" अशी व्यक्त केली जाईल. सर्वसामान्यपणे मात्र संवेदनशीलतेचा निर्देश करताना ती वरील पद्धतीने व्यक्त न करता "डेसीबेल" (Decibel) ह्या परिमाणात व्यक्त करण्याची प्रथा आहे. ह्या परिमाणाप्रमाणे जास्त संरोधनाच्या मायक्रोफोनची संवेदनशीलता वर उल्लेख केल्याप्रमाणे "दर मायक्रोबारमागे १·२५ मिलीव्होल्ट" अशी व्यक्त न करता विवक्षित संदर्भ पातळीच्या म्हणजे "दर मायक्रोबार मागे १ व्होल्ट" ह्या संदर्भ पातळीच्या दृष्टीने –५८ डेसीबेल व कमी संरोधनाच्या मायक्रोफोनची संवेदनशीलता "दर १० मायक्रोबारमागे ४ मिलीमायक्रोवॅट" अशी व्यक्त न करता विवक्षित संदर्भ पातळीच्या म्हणजे "दर १० मायक्रोबारमागे १ मिलीवॅट" ह्या संदर्भ पातळीच्या दृष्टीने –५४ डेसीबेल अशी व्यक्त केली जाते.

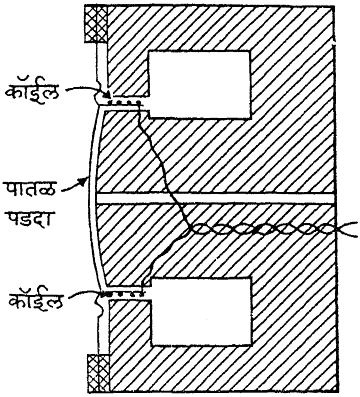
संवेदनशीलतेविषयीचे वरील विवेचन केवळ तात्त्विक विवेचन ह्या दृष्टीनेच महत्त्वाचे आहे. मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युतलहरींचे सामान्यतः भरपूर प्रमाणात प्रवर्धन (Amplification) करणे शक्य असल्यामुळे अतिशय कमी संवेदनशीलता असलेला मायक्रोफोनदेखील कमालीचा संवेदनशील बनविता येतो. ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत मायक्रोफोन व त्याची जोडणी करण्यासाठी नियोजित केलेला ॲम्प्लिफायर विभाग हे दोन्ही घटक एकमेकास जुळेसे (matching) असतील अशी त्यांची पूर्वतःच निवड केली जात असल्यामुळे, पूर्वी उल्लेख केल्या-प्रमाणे मायक्रोफोनच्या संवेदनशीलनेच्या बाबतीत व्यवहारात विशेष अशा काही अडचणी निर्माण होत नाहीत.

तीन प्रमुख प्रकारचे मायक्रोफोन्स–रचना आणि कार्य

मायक्रोफोनच्या गुणविशेषांविषयीच्या वरील सामान्य विवेचनानंतर ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या तीन प्रमुख प्रकारच्या मायक्रोफोन्सच्या (मुव्हिंग कॉईल, रिबन व क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोन्सच्या) रचना आणि कार्याविषयी विवेचन करण्यास आता हरकत नाही.

मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोन (Moving Coil Microphone)

मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनची रचना व कार्य.—आकृती ३–९ मध्ये मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनची अंतर्गत रचना स्पष्ट करणारे चित्र दिले आहे.



आकृती ३–९

मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनचे कार्य विद्युत शास्त्रातील विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनाच्या तत्त्वावर आधारित असते. अशा मायक्रोफोनमध्ये अभ्रक किंवा अल्यूमिनीयमपासून बनविलेल्या एका अतिशय पातळ पडद्याच्या (Diaphragm) एका बाजूवर एक नळी बसविलेली असते व ह्या नळीवर एक कॉईल गुंडाळलेली असते. मायक्रोफोनच्या कायम चुंबकाच्या मध्यवर्ती चुंबक ध्रुवावर ही नळी बसविलेली असते व कायम चुंबकाचा दुसरा ध्रुव ह्या नळी भोवती असतो. त्यामुळे चुंबकीय विकर्षरेषा एका चुंबक ध्रुवाकडून दुसऱ्या चुंबक ध्रुवाकडे जाताना ह्या कॉईलमधून आरपार जातात. ध्वनिलहरींमुळे जेव्हा मायक्रोफोनच्या पातळ पडद्याचे कंपन होऊ लागते तेव्हा ह्या कॉईलचीही चुंबकीय क्षेत्रात पुढे मागे हालचाल होऊ लागते व त्यामुळे ध्वनिलहरींच्या कमी अधिक दाबाप्रमाणे कॉईलमध्ये सूक्ष्म विद्युतदाब लहरी प्रवर्तित (induced) होतात.

मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनचे गुणविशेष (Characteristics)

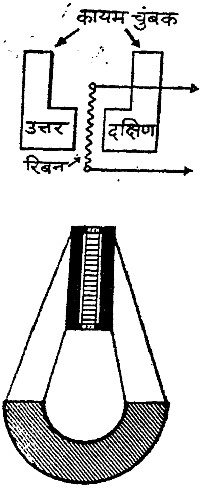
अगदी कमजोर ध्वनिलहरींनाही योग्य प्रतिसाद मिळावा ह्या उद्देशाने मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनमध्ये वापरलेला पडदा (Diaphragm) व कॉईल वजनाने अतिशय हलकी असणे इष्ट असते व त्या दृष्टीने कॉईल अगदी बारीक अशा तारेचे काही वेढे गुंडाळून तयार केलेली असते. साहजिकच ह्या कॉईलचे संरोधन बरेच कमी म्हणजे सर्वसामान्यपणे ३० ओहमच्या दरम्यान असते. सर्वसामान्य ॲम्प्लिफायर विभागाच्या पूर्वजोडणी मंडलाचे संरोधन (Input impedance) ह्यापेक्षा खूपच जास्त असल्यामुळे मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनची ॲम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी करण्यासाठी योग्य व जुळेसा स्टेपअप ट्रॅन्सफॉर्मर वापरणे आवश्यक असते.

ह्या मायक्रोफोनमध्ये निर्माण होणाऱ्या विद्युतलहरींच्या दाबाची पातळी (Voltage Output) एकंदरीत समाधानकारक असते. मायक्रोफोनपासून $\frac{1}{2}$ ते १ $\frac{1}{2}$ फूट अंतरावरून संभाषण केल्यास अशा मायक्रोफोनमध्ये सुमारे ३०० मायक्रोव्होल्ट ते ३० मिलीव्होल्ट दाबाच्या विद्युतलहरी निर्माण होतात. सर्वसामान्यपणे ध्वनिलहरींच्या दर सेकंदास सुमारे ५० ते ८००० सायकल्स कंपनसंख्येच्या लहरींना ह्या मायक्रोफोनमध्ये चांगला प्रतिसाद मिळू शकतो. दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या दृष्टीने मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनचे बहुदिश (Omni-directional) व एकदिश (Uni-directional) ह्या दोन्हीही प्रकारांत उत्पादन केले जाते.

मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोन्सची किंमत माफक प्रमाणात असल्यामुळे आणि विशेष म्हणजे हे मायक्रोफोन कणखर बनावटीचे असल्याने ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत बंदिस्त (Indoor) किंवा खुल्या (Outdoor) जागी वापर करण्यासाठी देखील अतिशय उपयुक्त व सोयीस्कर ठरले आहेत.

रिबन मायक्रोफोन (Ribbon Microphone)

रिबन मायक्रोफोनची रचना व कार्य.—आकृती ३-१० मध्ये रिबन मायक्रोफोनची अंतर्गत रचना स्पष्ट करणारी चित्रे दर्शविली आहेत.



आकृती ३–१०

रिबन मायक्रोफोनचे कार्यही मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनप्रमाणे विद्युत चुंबकीय प्रवर्तनाच्या तत्त्वावरच आधारित असते. परंतु ह्या मायक्रोफोनची रचना मात्र मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनपेक्षा बरीच वेगळी असते. रिबन मायक्रोफोनमध्ये दोन जोरदार कायम चुंबकाच्या उत्तर आणि दक्षिण ध्रुवांमध्ये अल्युमिनियमची बनविलेली एक पातळ रिबन (Ribbon) किंवा फीत बसविलेली असते. ध्वनिलहरी जेव्हा ह्या पातळ रिबनवर आदळतात तेव्हा रिबन कंप पावू लागते व असे कंपन होत असताना दोन चुंबक ध्रुवांमधील चुंबकीय विकर्ष रेषा (Magnetic lines) छेदल्या जातात व रिबनमध्ये ध्वनिलहरींच्या कमी अधिक दाबाप्रमाणे विद्युतदाब लहरी प्रवर्तित (induced) होतात.

रिबन मायक्रोफोनमध्ये मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनप्रमाणे पातळ पडदा (diaphragm) न वापरता वर वर्णन केल्याप्रमाणे रिबन वापरलेली असल्यामुळे रिबनची मागील व पुढील बाजू खुली राहाते आणि त्या शिवाय चुंबक ध्रुव व रिबन ह्यामध्ये फट किंवा थोडी मोकळी जागा राहाते. त्यामुळे रिबन कंप पावू लागली म्हणजे हवा रिबनच्या दोन्ही बाजूंकडे जाऊ शकते. रिबन मायक्रोफोनमध्ये रिबनचे कंपन मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनप्रमाणे ध्वनि लहरींच्या दाबामुळे (pressure) होण्याऐवजी ध्वनिलहरींमुळे हवेला प्राप्त होत असलेल्या गतीमुळे (Velocity) निर्माण होत असते हा ह्या दोन मायक्रोफोन्सच्या कार्यांमधील महत्त्वाचा फरक ध्यानात घेण्याजोगा आहे.

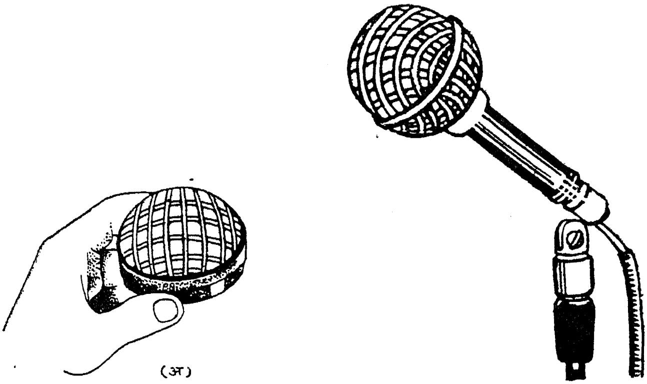
रिबन मायक्रोफोनचे गुणविशेष.—रिबन मायक्रोफोनमध्ये वापरली जाणारी रिबन मुद्दामच पातळ व हलक्या वजनाची केलेली असते व त्यामुळे ध्वनिलहरींच्या अतिद्रुत कंपनसंख्येच्या लहरींमुळे ती सहजतेने कंप पावू शकते. साहजिकच ध्वनिलहरींच्या अतिद्रुत किंवा उच्च कंपनसंख्येच्या लहरींना अशा मायक्रोफोनमध्ये उत्कृष्ट प्रतिसाद मिळू शकतो. ध्वनिलहरींच्या एकूण पटलावरील बऱ्याच विस्तृत टप्प्यातील म्हणजे दर सेकंदास सुमारे ६० ते १०,००० सायकल्स कंपनसंख्येच्या लहरींना रिबन मायक्रोफोनमध्ये समसमान प्रतिसाद (Uniform Response) मिळू शकत असल्याने दर्जेदार कार्यक्रमांसाठी (उदाहरणार्थ, संगीताची बैठक) रिबन मायक्रोफोन अतिशय उपयुक्त मानला जातो. ह्या मायक्रोफोनचे दुसरे वैशिष्टय म्हणजे मायक्रोफोनमधील खरखर आवाजाची पातळीही (Noise level) बरीच कमी असते.

रिबन म्हणजे तत्त्वत: तारेच्या एकेरी वेढ्यासारखे कार्य करीत असल्यामुळे रिबन मायक्रोफोनचे संरोधन (Impedance) १ ओहम पेक्षाही कमी असते. त्यामुळे रिबन मायक्रोफोनसमवेत योग्य जुळवणीचा मायक्रोफोन ट्रॅन्सफॉर्मर (microphone transformer) वापरून त्याचे संरोधन निदान ३० ओहमपर्यंत तरी वाढवावे लागते. ह्या ट्रॅन्सफॉर्मरव्यतिरिक्त ॲम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी करताना पुन्हा दुसरा जुळेसा ट्रॅन्सफॉर्मर (Matching transformer) सामान्यत: वापरावा लागतो.

रिबन मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युतदाब लहरी फार सूक्ष्म असतात. मायक्रोफोनपासून सहा फूट अंतरावरून संभाषण करतेवेळी रिबन मायक्रोफोनमध्ये १० मायक्रोव्होल्ट ते ३०० मायक्रोव्होल्ट दाबाच्या विद्युत लहरी निर्माण होतात. त्या दृष्टीने मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनपेक्षा रिबन मायक्रोफोन कमी संवेदनशील असतो असे म्हणावयास हरकत नाही.

रिबनची मागील व पुढील बाजू खुली असल्याने रिबन मायक्रोफोन द्विदिश (Bi-directional) ध्वनि ग्रहण पात्रतेचा असतो. रिबन मायक्रोफोनमधील रिबन अतिशय पातळ व नाजूक असल्याने एक खास खबरदारी घ्यावी लागते आणि ती म्हणजे मायक्रोफोन समोर बोलणाऱ्या व्यक्तीने मायक्रोफोनपासून कमीत कमी १ फूट तरी अंतर ठेवून बोलणे इष्ट असते. नाही तर आवाजात विकृती (Distortion) निर्माण होते. ह्याच कारणास्तव खुल्या जागी वापरताना रिबन मायक्रोफोनचे जोरदार वाऱ्यापासून संरक्षण करावे लागते. तसे न केल्यास मायक्रोफोनमधून वाऱ्याचा घोंगाट जोरदारपणे तर ऐकू येऊ लागतोच परंतु प्रसंगी मायक्रोफोनची त्यामुळे कायमची खराबी होण्याची देखील शक्यता असते.

वाऱ्यापासून संरक्षण करण्यासाठी वापरण्याचे आच्छादन (Wind shield).—आकृती ३-११ (अ) मध्ये वाऱ्यापासून संरक्षण करण्यासाठी मायक्रोफोनवर बसविल्या जाणाऱ्या संरक्षक आच्छादनाचा



(अ) (ब)

आकृती ३–११

एक प्रकार दर्शविला असून आकृती ३-११ (ब) मध्ये मायक्रोफोनवर बसविलेले एक संरक्षक आच्छादन दर्शविले आहे. ह्या आच्छादनाच्या एका प्रकारात धातूच्या जाळीखाली गवताच्या काड्या दाबून असे आच्छादन बनविले जाते. हल्ली गवताच्या काड्यांऐवजी स्पंज वापरला जातो. असे संरक्षक आच्छादन मायक्रोफोनवर बसविले म्हणजे वाऱ्याच्या घोंगाटाच्या लहरी मायक्रोफोनमध्ये न शिरता त्या बाजूला सारल्या जातात. अर्थात् संरक्षक आच्छादन वापरूनही वाऱ्याचा घोंगाट सर्वस्वी वर्ज्य करणे शक्य होत नाही.

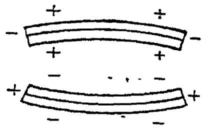
रिबन मायक्रोफोन इतर मायक्रोफोनपेक्षा बराच नाजूक बनावटीचा असल्याने खुल्या जागी उभारणी केलेल्या ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत त्याचा वापर शक्यतो टाळणे इष्ट असते. परंतु बंदिस्त जागी आणि विशेषत: ध्वनि प्रतिपुष्टीची (Acoustic Feedback) समस्या

जेव्हा उग्र असते तेव्हा रिबन मायक्रोनचा वापर इतर प्रकारच्या मायक्रोफोनपेक्षा खूपच सरस ठरतो. रिबन मायक्रोफोनमध्ये ध्वनि पटलावरील निरनिराळ्या कंपनसंख्येच्या एकूण सर्व लहरींना समसमान (Uniform) व उत्कृष्ट प्रतिसाद मिळू शकत असल्याने संगीत कार्यक्रमांसाठी हा मायक्रोफोन पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे अतिशय उपयुक्त किंबहुना एक अपरिहार्य उपकरण मानले जाते.

क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोन (Crystal/Ceramic microphone)

क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोन–रचना आणि कार्य.—क्रिस्टल किंवा सिरॅमिक मायक्रोफोनची कार्यपद्धती वर वर्णन केलेल्या दोन्ही मायक्रोफोन्सपेक्षा सर्वस्वी भिन्न आहे. क्रिस्टल मायक्रोफोनमध्ये " दमन विद्युतशक्ती " (Piezo Electricity) निर्माण करील अशा " रोशेल सॉल्ट " सारख्या नैसर्गिक स्फटिक पदार्थांचा किंवा पर्यायी बेरियम टिटॅनेट आणि लेड झिरकोनेट टिटॅनेटसारख्या मानव निर्मित स्फटिकांचा उपयोग केला जातो. अशा स्फटिक पदार्थांच्या पातळ पट्ट्या विशिष्ट रीतीने कापल्या व एकत्रित जोडून त्या वाकविल्या, मुडपल्या किंवा त्यावर यांत्रिक दाब (Mechanical pressure) निर्माण केला तर अशा पट्ट्यांच्या दोन्ही बाजूंवर विद्युतदाब निर्माण होतो. " दमन विद्युत शक्ती " च्या ह्या गुणधर्माचा क्रिस्टल किंवा सिरॅमिक मायक्रोफोनमध्ये उपयोग केला जातो.

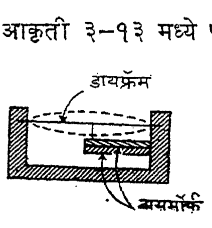
क्रिस्टल मायक्रोफोनसाठी पूर्वी रॉशेल सॉल्ट ह्या स्फटिक पदार्थाचा वापर केला जात असे. हल्ली रोशेल सॉल्ट ऐवजी सिरॅमिक स्फटिक पदार्थांचा उपयोग केला जातो. अशा स्फटिक पदार्थांची एक पट्टी वापरण्याऐवजी दोन पातळ स्फटिक पट्ट्या एकमेकीस चिकटवून त्यांची जोडी वापरली जाते. स्फटिक पदार्थांच्या अशा जोडपट्ट्यांना इंग्रजीत " बायमॉर्फ " (Bimorph) असे म्हणतात. ह्या जोडपट्ट्या मुडपल्या किंवा वाकविल्या की जोडपट्टीच्या पृष्ठभागांवर विद्युतदाब निर्मिती होते. आकृती ३–१२ पाहा.



आकृती ३–१२

क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोनचे दोन प्रकार प्रचलित आहेत : (१) पातळ पडद्याचा किंवा " डायफ्रॅम "चा (Diaphragm) वापर केलेले मायक्रोफोन्स (२) पडद्याचा वापर न करता " साऊंड सेल " चा (Sound Cell) वापर केलेले मायक्रोफोन्स.

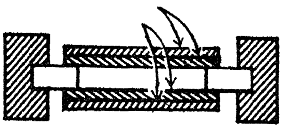
आकृती ३–१३ मध्ये पातळ पडद्याचा वापर केलेल्या म्हणजे " डायफ्रॅम " पद्धतीच्या मायक्रोफोनची अंतर्गत रचना स्पष्ट करणारे चित्र दर्शविले आहे. ध्वनिलहरी जेव्हा अशा पातळ पडद्यावर आदळतात तेव्हा हा पडदा कंप पावू लागतो व त्यामुळे पडद्याशी जोडलेला क्रिस्टल/सिरॅमिक बायमॉर्फ कमी जास्त वाकविला जातो व त्यामुळे त्याच्या बाह्य बाजूंवर ध्वनिलहरींच्या कमी जास्त दाबाप्रमाणे समसमान आकारमानाच्या विद्युतदाब लहरी निर्माण होतात.



आकृती ३–१३

आकृती ३–१४ मध्ये "साऊंड सेल" पद्धतीच्या क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोनची मूलभूत अंतर्गत रचना स्पष्ट करणारे चित्र दर्शविले आहे. ह्या मायक्रोफोनच्या रचनेत वापरलेल्या "साऊंड सेल" म्हणजे वस्तुतः क्रिस्टल/सिरॅमिक बायमॉर्फ असतात. अशा अनेक (सामान्यतः २४) साऊंड सेल्स मायक्रोफोनमध्ये वापरलेल्या असतात. ध्वनिलहरी जेव्हा ह्या साऊंड सेल्सवर आदळतात तेव्हा ध्वनि लहरींच्या कमी अधिक आघाताप्रमाणे साऊंड सेल्सवर कमी अधिक प्रमाणात यांत्रिक दाब (Mechanical pressures) निर्माण होतात. साऊंड सेल्ससाठी वापरलेल्या स्फटिक पदार्थाच्या दमन विद्युतशक्तीच्या गुणधर्मामुळे क्रिस्टल/सिरॅमिक बायमॉर्फच्या बाह्य बाजूंवर ध्वनिलहरींसमान विद्युतदाब लहरी निर्माण होतात.

बायमॉर्फ सेल



आकृती ३–१४

मायक्रोफोनमध्ये वापरलेल्या साऊंड सेल्सपैकी काहींची जोडणी एकमेकींशी एकसरी (Series) पद्धतीने तर इतर काहींची जोडणी समान्तर (Parallel) पद्धतीने केलेली असते. साऊंड सेल्स सुरक्षित राहाव्यात म्हणून त्यावर पातळ व लवचिक पदार्थाचे आच्छादन बसविलेले असते. साऊंड सेल्स पद्धतीच्या मायक्रोफोनमध्ये वर वर्णन केलेल्या डायफ्रॅम पद्धतीच्या मायक्रोफोनप्रमाणे पातळ पडदा (Diaphragm) वापरलेला नसल्याने ह्या मायक्रोफोनमध्ये ध्वनिलहरींना मिळणारा प्रतिसाद अधिक चांगल्या दर्जाचा असतो. कारण साऊंड सेल्ससाठी वापरलेले क्रिस्टल/सिरॅमिक बायमॉर्फ पातळ पडद्यापेक्षा अधिक संवेदनशील असतात.

क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोनचे गुणविशेष (Characteristics)

क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोनमध्ये क्रिस्टलच्या पट्ट्यांची जोडी (Bimorph) वापरलेली असल्याने अशा स्फटिक पदार्थांमधून डी. सी. प्रवाह (एकाच दिशेने वाहाणारा प्रवाह) वाहू शकत नाही. साहजिकच क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोनचे संरोधन (Impedance) बरेच जास्त म्हणजे एक मेगोह्म किंवा त्याही पेक्षा अधिक असते. खरोखर म्हणजे क्रिस्टल बायमॉर्फ तत्त्वतः एखाद्या कंडेन्सरप्रमाणे कार्य करीत असल्याने क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोनचे संरोधन वस्तुतः कंडेन्सरमध्ये ए. सी. विद्युतप्रवाहाला मिळणाऱ्या धारणात्मक अवरोधासमान (Capacitive Reactance) असते. क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोनची ॲम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी करताना ॲम्प्लिफायरच्या पूर्वविभाग मंडलाचे संरोधन (Input impedance) १ मेगोह्म किंवा जास्त प्रमाणात असणे आवश्यक असते. नाही तर मायक्रोफोनमध्ये मंद्रस्वरलहरींची (Bass Notes) बरीच कपात होते.

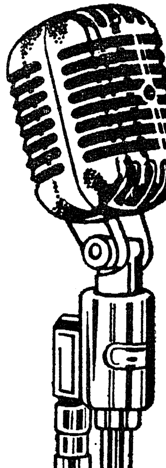
क्रिस्टल मायक्रोफोनची संवेदनशीलता मात्र खूपच चांगली असते. मायक्रोफोनपासून १/२ ते १ १/२ फूट अंतरावरून संभाषण केल्यास मायक्रोफोनमध्ये सुमारे १० मिलीव्होल्ट दाबाच्या विद्युतलहरी निर्माण होतात. त्यामुळे क्रिस्टल मायक्रोफोन वापरलेला असल्यास कमी प्रवर्धनाचा ॲम्प्लिफायर विभाग वापरणे शक्य असते.

सर्वसामान्य बनावटीच्या क्रिस्टल मायक्रोफोनमध्ये ध्वनिलहरींच्या दर सेकंदास सुमारे ४० ते ६००० सायकल्स कंपनसंख्येच्या टप्प्यांतील लहरींना प्रतिसाद मिळतो, परंतु तो तितकासा समसमान (Uniform) नसतो. त्यामुळे ध्वनि प्रतिपुष्टीची (Acoustic feedback) समस्या निर्माण होत असेल तर ह्या मायक्रोफोनचा वापर करणे इष्ट नसते. क्रिस्टल/सिरॅमिक मायक्रोफोन्सच्या प्रकारात सामान्यतः बहुदिश (Omni-directional) ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या मायक्रोफोन्सचे उत्पादन केले जाते.

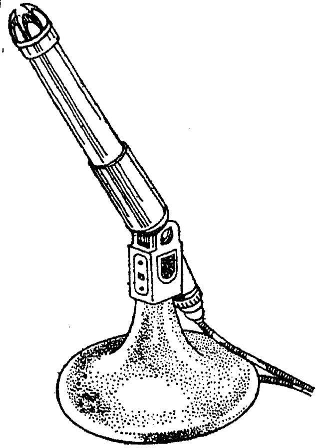
. रोशेल सॉल्टचा वापर केलेल्या क्रिस्टल मायक्रोफोन्सची एक मोठी उणीव म्हणजे हवेतील आर्द्रतेचा (Humidity) व तपमानाचा (Temperature) त्यावर अनिष्ट परिणाम होण्याची शक्यता असते. वातावरणाचे तपमान ११०° फॅरेनहीट (४३° सेंटीग्रेड) पेक्षा जास्त असल्यास मायक्रोफोनच्या कार्यात बरीच अस्थिरता निर्माण होण्याची शक्यता असते. हवेतील आर्द्रतेमुळे मायक्रोफोनची कायमची खराबी होण्याचा संभव असतो. रोशेल सॉल्ट ऐवजी हल्ली सिरॅमिक क्रिस्टल वापरले जातात. सिरॅमिक पदार्थांवर हवेच्या तपमानाचा किंवा आर्द्रतेचा परिणाम होत नाही. त्यामुळे सिरॅमिक मायक्रोफोन्स रोशेल सॉल्ट क्रिस्टल मायक्रोफोन्सपेक्षा अधिक पसंत केले जातात.

मायक्रोफोन्सच्या उत्पादनातील प्रगती

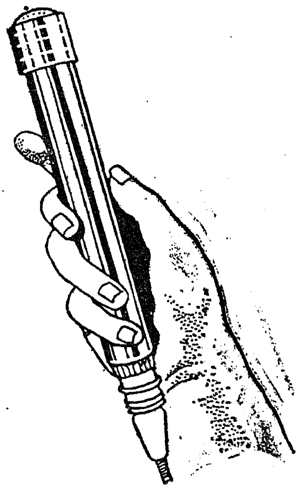
गेल्या कित्येक वर्षांत मायक्रोफोन्सच्या उत्पादनात इतकी प्रचंड प्रगती झाली आहे की, मायक्रोफोन्स खरेदी करताना ग्राहकास आपली निवड करण्यासाठी आज भरपूर वाव आहे. दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या दृष्टीने एकदिश, व्दिदिश व बहुदिश मायक्रोफोन्स, योग्य जागी टांगून ठेवण्याच्या दृष्टीने सोयीस्कर असे मायक्रोफोन्स, नाटकासाठी स्टेजवर फूटलाईटपाशी ठेवता येण्याजोगे, बोलते वेळी हातात धरता येतील अशा लहान व सुटसुटीत आकाराचे, कोटाच्या कॉलरवर बसविण्याइतके छोटे, मानेभोवती गळ्यास टांगून ठेवता येतील असे [ह्या मायक्रोफोन्सना " लव्हेलियर मायक्रोफोन्स " (Lavalier Microphones) म्हणतात] निरनिराळ्या सजावटीचे, निरनिराळ्या रंगांचे मायक्रोफोन्स आज बाजारात उपलब्ध आहेत. आकृती ३–१५ व आकृती ३–१६ मध्ये अशा निरनिराळ्या प्रकारांची काही निवडक चित्रे दिली आहेत.



अ



आ



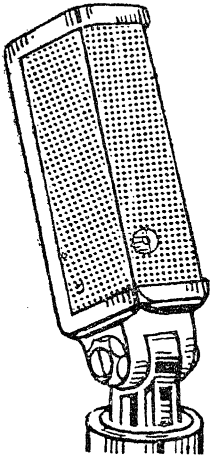
इ

आकृती ३–१५

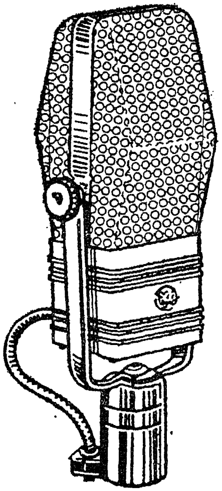
अ — मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोन (एकदिश)

आ — नाटकाच्या स्टेजवर फूटलाईट जवळ ठेवण्याजोगा मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोन (एकदिश)

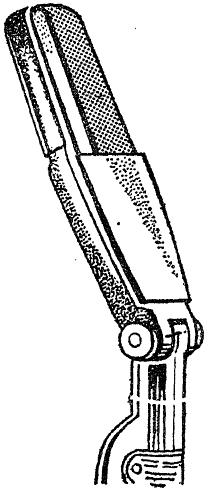
इ — हातात धरण्याजोगा सुटसुटीत लहान आकाराचा मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोन (एकदिश)



ई

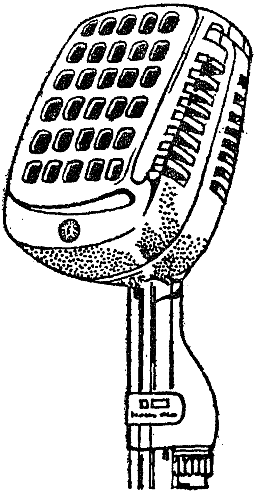


उ



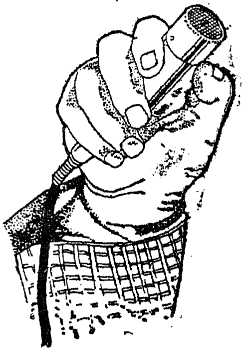
ऊ

रिबन मायक्रोफोनचे प्रकार (द्विदिश)



ए

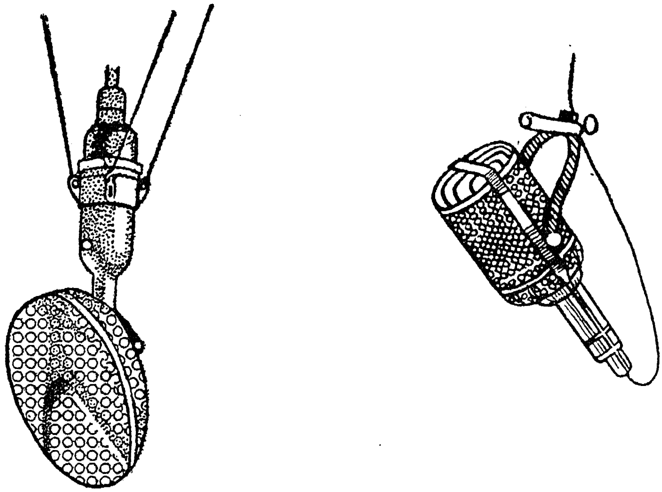
क्रिस्टल मायक्रोफोन (बहुदिश)



ऐ

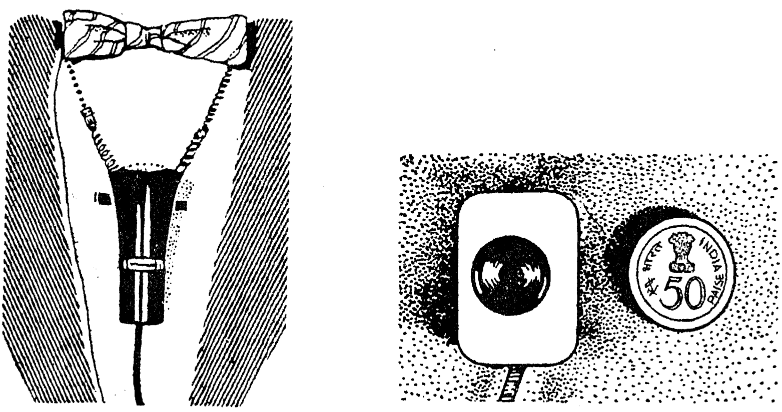
हातात धरण्याजोगा क्रिस्टल मायक्रोफोन (बहुदिश)

आकृती ३–१५



ओ   आकृती ३–१५   औ

उंचावर टांगता येण्याच्या दृष्टीने सोयीस्कर मायक्रोफोन



अ   आकृती ३–१६   आ

गळ्याभोवती टांगता येण्याजोगा " लव्हेलियर " मायक्रोफोन.

कोटाच्या कॉलरवर बसविण्याजोगा नाण्याच्या आकाराइतका छोटा मायक्रोफोन.

रेडिओ मायक्रोफोन (Radio Microphone).

मायक्रोफोन्सचे बाबतीत एक अत्याधुनिक प्रगती म्हणजे "रेडिओ मायक्रोफोन". रेडिओ मायक्रोफोनसमवेत एक छोटा रेडिओ ट्रॅन्समिटर व रेडिओ रिसीव्हरही पुरविला जातो. मायक्रोफोनने झेललेल्या ध्वनिलहरी रेडिओ ट्रॅन्समिटरतर्फे रेडिओ लहरींच्या स्वरूपात प्रक्षेपित केल्या जातात. ह्या रेडिओ लहरी रेडिओ रिसीव्हरमध्ये ग्रहण केल्या जातात व त्यांचे श्राव्य विद्युतलहरींत रूपांतर केल्यानंतर त्यांची अधिक प्रवर्धनासाठी ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेतील ॲम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी करण्यात येते. रेडिओ मायक्रोफोनसाठी जास्त लांबीच्या मायक्रोफोन केबल्सची गरज नसते. मायक्रोफोनची जोडणी छोटया रेडिओ ट्रॅन्समिटरशी केलेली असते व हा छोटा रेडिओ ट्रॅन्समिटर कोटाच्या खिशात सहज ठेवता येतो. त्यामुळे रेडिओ मायक्रोफोन वापरणाऱ्या व्यक्तीस सभागृहातील व्यासपीठावर अनिर्बंधपणे हिंडण्याफिरण्याची मुभा राहते.

मायक्रोफोन्स वापरताना पाळावयाचे काही नियम व संकेत.—(१) आधुनिक मायक्रोफोन हे एक अत्यंत काटेकोर बनावटीचे व निर्देशित मूल्याबरहुकूम बनविलेले भारी किंमतीचे उपकरण असल्याने त्याचा वापर करताना बरीच दक्षता घेणे आवश्यक असते व त्याची नीट काळजी व निगा राखणे महत्त्वाचे असते.

(२) मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युत लहरीचा दाब मायक्रोफोन आणि मायक्रोफोनपुढे बोलणारी व्यक्ती ह्या दोहोंमधील अंतराच्या वर्गावर (Square of the distance) अवलंबून असतो. उदाहरणार्थ, संभाषण करणारी व्यक्ती जर मायक्रोफोनपासून २ फूट अंतरावर असेल तर मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न होणारा विद्युत लहरींचा दाब ती व्यक्ती मायक्रोफोनपासून १ फूट अंतरावरून संभाषण करताना जेवढा असेल त्याच्या $\frac{1}{4}$ प्रमाणात असतो. त्या दृष्टीने मायक्रोफोनपुढे संभाषण करताना काही किमान अंतर ठेवून बोलणे आवश्यक असते. सर्वसामान्यपणे मुव्हिंग कॉईल व क्रिस्टल मायक्रोफोनपुढे बोलताना सुमारे ८ ते ९ इंच अंतर ठेवले पाहिजे. रिबन मायक्रोफोनपुढे बोलताना मात्र कमीत कमी १ फूट तरी अंतर ठेवणे आवश्यक असते.

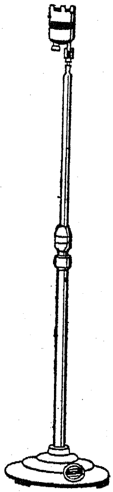
(३) मायक्रोफोनची उभारणी करताना मायक्रोफोनपुढे बोलणाऱ्या व्यक्तीचा चेहरा श्रोत्यांपासून झाकला जाणार नाही अशा तऱ्हेने मायक्रोफोनची स्थापना केली पाहिजे. अर्थात हा संकेत पाळताना व्यवहारात बरीच कल्पकता वापरावी लागते व कित्येकदा यशस्वी तडजोड घडवून आणावी लागते.

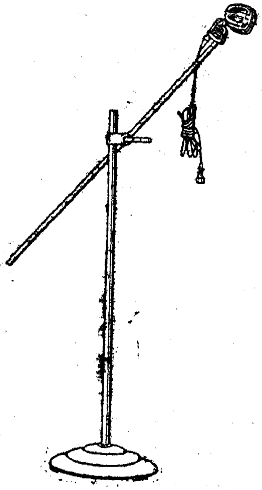
(४) मायक्रोफोनची जेव्हा स्टँडवर उभारणी केलेली असते तेव्हा मायक्रोफोन स्टँडची स्टेजवर विनाकारण हलवाहलव करणे इष्ट नसते, नाहीतर त्यामुळे अनावश्यक खडखडाट निर्माण होण्याचा संभव असतो.

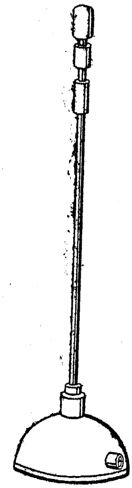
(५) मायक्रोफोन चालू आहे किंवा नाही हे पाहण्यासाठी मायक्रोफोनपुढे फुंकर मारणे किंवा बोटांनी मायक्रोफोनवर टिचक्या मारणे इष्ट नसते. उत्तम मार्ग म्हणजे मायक्रोफोन पुढे हाताने चुटकी मारून ती ऐकू येते की नाही हे पाहणे. जाणकार व्यक्ति व तंत्रज्ञ ह्याच शास्त्रीय मार्गाचा अवलंब करतात.

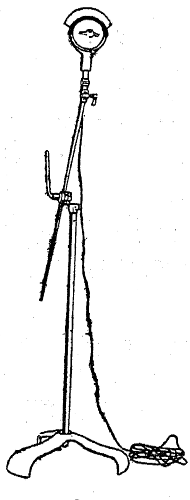
मायक्रोफोनच्या उभारणीसाठी वापरले जाणारे विविध प्रकारचे स्टॅन्ड.—ध्वनिवर्धन आणि वितरण तंत्रज्ञाने मायक्रोफोन्सची उभारणी करण्यासाठी निरनिराळ्या प्रकारचे स्टॅड्स, उदाहरणार्थ, जमिनीवर उभे करावयाचे, टेबलावर ठेवण्याचे इत्यादी प्रकारचे स्टॅन्ड्स संग्रही ठेवले पाहिजेत,

म्हणजे प्रसंगानुरूप योग्य स्टँडची निवड करून त्यांचा उपयोग करता येईल. आकृती ३-१७ मध्ये विविध प्रकारच्या अशा मायक्रोफोन स्टँड्सची चित्रे दर्शविली आहेत.


अ


आ

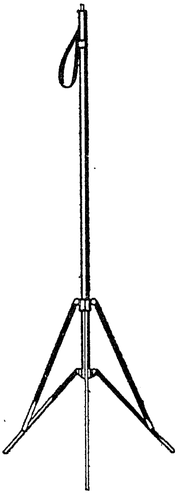

इ


ई


उ

आकृती ३–१७

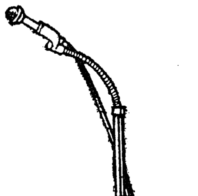
मायक्रोफोनसाठी वापरल्या जाणाऱ्या स्टँड्सचे जरी विविध प्रकार असले तरी त्या सर्वांमध्ये कित्येक बाबतीत बरेच साम्य आढळते. जमिनीवर उभारणी करण्याच्या स्टँड्समध्ये (Floor stands) स्टँडसाठी जड बैठक, एकात एक आत बाहेर काढता येतील असे दोन-तीन गज व वरील बाजूच्या गजाच्या टोकावर मायक्रोफोन पक्का बसविण्याची सोय केलेली आढळते. स्टँडची बैठक मागील पानावरील आकृतीत दर्शविल्याप्रमाणे गोल तबकडीसारखी किंवा पर्यायी तिपाईसारखी असते. तिचा आकार कोणताही असो स्टँडची बैठक जड व रुंद आकाराची असणे मात्र अत्यावश्यक असते, नाही तर स्टँडला जरा देखील धक्का लागला तरी तो कोलमडून पडण्याचा संभव असतो व त्यामुळे मायक्रोफोनची नुकसानी होण्याची शक्यता असते. तिपाई बैठकीच्या एका रचनेत तिच्या पायांची घडी करणे शक्य असते. त्यामुळे असा स्टँड वजनाने हलका व आणण्यानेण्याच्या दृष्टीने सोयीस्कर असतो. परंतु बैठकीचे तीन पाय फाकवून स्टँड स्थिर बसविण्यासाठी जास्त जागा व्यापली जाते (आकृती ३–१८ पहा).



आकृती ३–१८

मायक्रोफोनच्या सर्वसामान्य रचनेत स्टँडचे गज एकमेकात आत बाहेर काढण्याची सोय असल्याने स्टँडची उंची पाहिजे तशी कमी अधिक करणे शक्य असते. गज आत बाहेर काढल्यानंतर ते स्थिर व पक्के बसविण्यासाठी निरनिराळ्या पद्धती वापरल्या जातात. जुन्या पद्धतीत ह्यासाठी गजावर स्क्रू बसविलेले असत. हे स्क्रू घट्ट करून गज स्थिर करता येत असत. परंतु हल्ली गजाच्यावरील बाजूवर एक रिंग वापरली जाते व ही रिंग फिरवून आत बाहेर निघणारा गज रिंगच्या साहाय्याने घट्ट करता येतो.

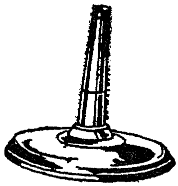
स्टँडवर मायक्रोफोन बसविण्यासाठी क्लँप किंवा चिमटा गजाच्या वरील बाजूच्या टोकावर बसविलेला असतो. मायक्रोफोनसमवेत असा क्लँप पुरविला जातो व ह्या क्लँपमध्ये विशिष्ट मायक्रोफोन चपखल बसविता येतो. पर्यायी योजनेत वरील गजाच्या टोकाच्या बाजूवर आटे पाडलेले असतात व मायक्रोफोनच्या बैठकीच्या भागावर ह्या आटच्यांमध्ये चपखल बसतील असे आटे पाडलेले असतात व त्यामुळे मायक्रोफोन गजावरील आटच्यांमध्ये फिरवून स्थिर बसविता येतो.



आकृती ३–१९

वक्त्यास मायक्रोफोन स्टँडपासून दूर उभे राहून बोलता तर यावेच परंतु मायक्रोफोन मात्र वक्त्यापासून कमी अधिक अंतरावर पाहिजे तसा सरकविता यावा ह्यासाठी स्टँडच्या वरील गजावर आकृती ३–१९ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे हंसाच्या मानेच्या आकाराचा (Swan neck or Goose neck) व स्प्रिंगप्रमाणे लवचिक असलेला गज बसविण्याची सोय करता येते. हा लवचिक गज पाहिजे तसा वाकविता येत असल्याने स्टँड लांब अंतरावर ठेवूनही मायक्रोफोन मात्र वक्त्यापासून पाहिजे त्या योग्य अंतरावर सरकविता येतो.

दूर अंतरावर स्टँड ठेवून फक्त मायक्रोफोन वक्त्याजवळ पुढे-मागे सरकविण्यासाठी आकृती ३–१७ आ आणि ई मध्ये दर्शविलेला "बूम स्टँड" (Boom stand) उपयुक्त असतो. अशा स्टँडवर दोन फूट किंवा अधिक लांबीचा एक गज आडवा बसविलेला असतो व ह्या गजाच्या एका टोकावर मायक्रोफोन बसविलेला असतो. हा आडवा गज वक्त्याजवळ पुढे मागे सरकवून पाहिजे त्या स्थितीत घट्ट बसविण्याची सोय असते.



आकृती ३–२०

आकृती ३–२० मध्ये मायक्रोफोनसाठी वापरल्या जाणाऱ्या "टेबल स्टँड" चा एक प्रकार दर्शविला आहे. मायक्रोफोनच्या टेबल स्टँडचे विविध प्रकार आज बाजारात उपलब्ध आहेत.

□ □ □

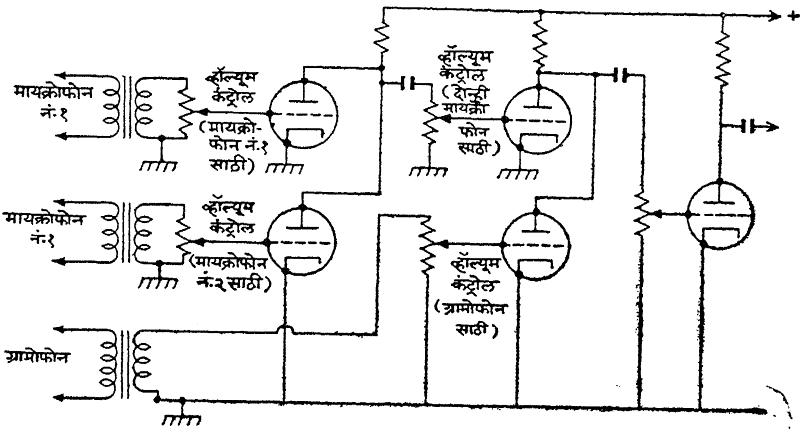
प्रकरण ४

मायक्रोफोन मिक्सर ॲम्प्लिफायर विभाग

पूर्वी प्रकरण २ मध्ये उल्लेख केल्याप्रमाणे मायक्रोफोन मिक्सर विभाग सर्वसामान्य ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत ॲम्प्लिफायर विभागाचाच एक पोट विभाग असल्याने मायक्रोफोन मिक्सर आणि ॲम्प्लिफायर विभागांचे तांत्रिक विवेचन प्रस्तुत प्रकरणातच करण्याचे योजिले आहे.

मायक्रोफोन मिक्सर विभाग मंडल योजना

आकृती ४–१ मध्ये त्रिविध जोडणीची सोय असलेल्या मायक्रोफोन मिक्सर विभागाचा (Three Channel Mixer) मंडल नकाशा दर्शविला आहे. ह्या विभागात मिक्सर विभागाशी



आकृती ४–१

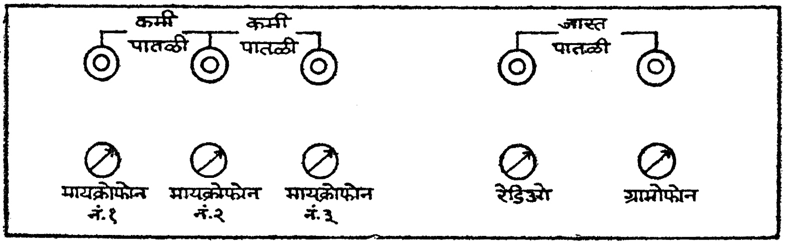
दोन मायक्रोफोन्स व ग्रामोफोन मिळून एकूण तीन भिन्न जोडणी करण्याची सोय केलेली असल्याचे दर्शविले आहे. प्रत्येक जोडणीसाठी एक स्वतंत्र व योग्य जुळवणीचा ट्रॅन्सफॉर्मर (Matching transformer)वापरलेला असून वैयक्तिक जोडणीचा आवाज कमी अधिक करण्यासाठी स्वतंत्र व्हॉल्यूम कंट्रोलची सोय केलेली आहे. प्रत्येक जोडणीशी संबंधित केलेल्या विद्युत लहरींचे पूर्वप्रवर्धन विभागात (pre-amplifier stage) प्रवर्धन घडवून आणल्यानंतर प्रवर्धित लहरींची मुख्य ॲम्प्लिफायर विभागाकडे रवानगी होते.

ह्या पुस्तकाच्या शेवटी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या व्हॉल्व्ह व ट्रॅन्झिस्टर ॲम्प्लिफायर्सचे मंडल नकाशे नमुन्यादाखल दिले आहेत. ह्या मंडल नकाशांमध्ये मायक्रोफोन मिक्सर विभागाच्या अधिक प्रगत व अधिक प्रचलित योजना दर्शविल्या आहेत. ह्या मिक्सर योजनांमध्ये दोन मायक्रोफोन्स व ग्रामोफोन मिळून एकूण तीन जोडणींची सोय केलेली असल्याचे दर्शविले आहे. व्हॉल्व्ह ॲम्प्लिफायरमध्ये मात्र दोनपेक्षा अधिक मायक्रोफोन्स जोडण्याची सोय केलेली आहे. परंतु ह्या मंडल योजनांमध्ये एक महत्त्वाचा फरक म्हणजे मिक्सर विभागाशी जोडणी केलेल्या प्रत्येक मायक्रोफोनच्या विद्युत लहरींचे प्रवर्धन पूर्वप्रवर्धन विभागात (pre-amplifier stage) प्रारंभीच घडवून आणले जाते व त्यानंतर प्रत्येक जोडणीसाठी वापरलेल्या व्हॉल्यूम कंट्रोलतर्फे ह्या विद्युत लहरी पाहिजे तशा कमी अधिक जोरदार करून नंतरच त्यांची मुख्य ॲम्प्लिफायर विभागाकडे रवानगी केली जाते.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापर करण्याच्या दृष्टीने वर वर्णन केलेल्या योजनांपेक्षा आकृती ४–१ मध्ये दर्शविलेली मायक्रोफोन मिक्सर योजना तितकीशी समाधानकारक समजली जात नाही. ह्याचे कारण म्हणजे मायक्रोफोन्स व ग्रामोफोनची जोडणी प्रथम व्हॉल्यूम कंट्रोलशी केलेली असल्याने व्हॉल्यूम कंट्रोलमध्येच विद्युत लहरींची बरीच घट होऊन पूर्वप्रवर्धन विभागाकडे रवानगी होण्यापूर्वीच त्या कमजोर होतात. उदाहरणार्थ, विवक्षित जोडणीतील व्हॉल्यूम कंट्रोलची मध्यभागी जुळवणी केलेली असेल तर विद्युत लहरींची जवळ जवळ ५० टक्के घट होऊन नंतर त्यांची पूर्वप्रवर्धन विभागाकडे रवानगी होते. खरोखर म्हणजे मायक्रोफोन मिक्सर विभागाशी संबंधित केलेल्या विद्युत लहरींचे प्रवर्धन मायक्रोफोन मिक्सर विभागात अगदी प्रारंभीच होणे अत्यावश्यक असते. ह्याचे तांत्रिक कारण म्हणजे प्रत्येक ॲम्प्लिफायर विभागात प्रत्यक्ष व्हॉल्व्हच्या अंतर्गत भागातच नैसर्गिक असा खरखराट (Noise) उत्पन्न होत असतो आणि नंतरच्या प्रत्येक व्हॉल्व्ह ॲम्प्लिफायरतर्फे खरखराटाच्या लहरींचे अधिकाअधिक प्रवर्धन होत जाते. मायक्रोफोन मिक्सर विभागाशी संबंधित केलेल्या कार्यक्रमाच्या विद्युत लहरींची (Signal) व प्रत्यक्ष व्हॉल्व्हमध्ये निर्माण होणाऱ्या खरखराटाच्या लहरींची (Noise) अन्योन्य पातळी कोणत्या प्रमाणात (Signal-to-noise ratio) असावी हा एक फार महत्त्वाचा तांत्रिक विचार असतो. ॲम्प्लिफायर विभागात निर्माण होणाऱ्या खरखराटाच्या लहरींचे प्रमाण कार्यक्रमाच्या लहरींपेक्षा तुलनात्मक दृष्ट्या शक्य तितके कमी असणे इष्ट असते. नाही तर कार्यक्रमापेक्षा खरखराटाचेच प्राबल्य वाढते. त्यादृष्टीने कार्यक्रमाच्या विद्युत लहरींची पातळी जितकी जास्त (अर्थात विशिष्ट मर्यादेपर्यंत) तितकी ती आवश्यक असते. त्यादृष्टीने विचार केल्यास आकृती ४-१ मध्ये दर्शविलेल्या मंडलात पूर्वप्रवर्धन विभागाकडे रवानगी होण्यापूर्वी व्हॉल्यूम कंट्रोलमध्ये होणारी कार्यक्रमाच्या विद्युत लहरींची घट अनाठायीच म्हणावी लागेल. ह्या उलट, पुस्तकाच्या शेवटी दिलेल्या व वर उल्लेख केलेल्या मंडल नकाशांमध्ये दर्शविलेल्या योजनेत व्हॉल्यूम कंट्रोलपूर्वीच कार्यक्रमाच्या विद्युत लहरींचे आवश्यक प्रवर्धन घडविणारा पूर्वप्रवर्धन विभाग (Pre-amplifier stage) मायक्रोफोन मिक्सर विभागाच्या प्रारंभीच समाविष्ट केलेला असल्याने ही योजना तांत्रिक दृष्ट्या अधिक समाधानकारक मानली जाते.

मायक्रोफोन मिक्सर विभागातील नियंत्रक बटने (Control knobs) आणि सॉकेट्स

आकृती ४–२ मध्ये मायक्रोफोन मिक्सरच्या दर्शनी भागाचे चित्र दिले आहे. मायक्रोफोन मिक्सरचा आकार काहीसा बैठा व लांबट असतो व नियंत्रक बटने (Control knobs) एका रांगेत



आकृती ४–२

बसविलेली असतात. ह्या बटनांवर मायक्रोफोन नं. १, मायक्रोफोन नं. २, मायक्रोफोन नं. ३ वगैरे सारखी निर्देशक अक्षरे स्पष्ट दर्शविलेली असणे इष्ट असते. अशी सोय असली म्हणजे कोणत्या विवक्षित मायक्रोफोनचे बटन फिरविले आहे हे तात्काळ समजू शकते. ह्या बटनांवर एक दर्शक-काटाही असणे आवश्यक असते. अशा काट्याच्या साहाय्याने बटन किती प्रमाणात फिरविले आहे हे चटकन समजू शकते.

मायक्रोफोन व ग्रामोफोन वगैरे उपकरणांची मायक्रोफोन मिक्सर विभागाशी जोडणी करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या सॉकेटस् कित्येकदा मायक्रोफोन मिक्सर विभागाच्या मागील बाजूवर बसविलेल्या असतात व ह्या सॉकेटस्मध्ये प्लग बसवून आवश्यक त्या उपकरणांची जोडणी केली जाते. प्लगची चुकून अनावश्यक हालचाल होऊन तो सॉकेटसमधून निघून येऊ नये म्हणून सॉकेट्स पुष्कळदा मायक्रोफोन मिक्सरच्या मुद्दामच मागील बाजूवर बसविलेल्या असतात.

मायक्रोफोन मिक्सरशी उपकरणांची जोडणी करण्याच्या सोयी—तांत्रिक तपशील

मायक्रोफोन मिक्सर विभागाशी मायक्रोफोन्स, ग्रामोफोन, टेपरेकॉर्डर इत्यादि इतर उपकरणांची जोडणी करण्याचे बाबतीत कोणत्या व किती सोयी उपलब्ध आहेत ह्या विषयीचा विचार फार महत्त्वाचा असतो.

पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे सर्वसामान्य ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत कमीत कमी दोन मायक्रोफोन्स व ग्रामोफोन जोडण्यासाठी मायक्रोफोन मिक्सर विभागामध्ये निदान तीन सॉकेटस्ची सोय असणे अत्यावश्यक असते. परंतु ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा व्याप जसजसा वाढू लागतो तसतशी तीनपेक्षा अधिक जोडणींसाठी जास्त सॉकेटस्ची गरज भासू लागते. मिक्सर विभागात सहा जोडणींच्या (Six channels) सॉकेटस्ची सोय असेल तर ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेची पुष्कळशी कार्ये सुरळीतपणे पार पाडता येतात.

विशिष्ट मायक्रोफोन मिक्सर विभागाशी निरनिराळे किती मायक्रोफोन्स व इतर साधने जोडता येतील व त्यांमध्ये निर्माण होणाऱ्या विद्युतलहरींची पातळी किती असावी, त्यांचे संरोधन (Impedance) किती असावे ह्या विषयीचा तांत्रिक तपशील फार महत्त्वाचा असतो. मायक्रोफोन मिक्सर उत्पादकांच्या तांत्रिक साहित्यात दिल्या जाणाऱ्या अशा तपशिलाचा एक मासला पुढे दिला आहे.

"तीन मायक्रोफोन्स ४० मिलीव्होल्ट, जास्त संरोधनाचे (High Impedance); ग्रामोफोन ७० मिलीव्होल्ट, जास्त संरोधनाचा पिकअप; जास्त संरोधनाच्या (High Impedance) इतर साधनांची जोडणी २०० मिलीव्होल्ट."

सर्वसामान्यपणे रेडिओ, ग्रामोफोन व टेपरेकॉर्डरची जोडणी करण्यासाठी जास्त संरोधनाच्या सॉकेटची सोय उपलब्ध केलेली असते व ह्या साधनांमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युतलहरींची पातळीही मायक्रोफोन्सपेक्षा बरीच जास्त असते.

व्हॉल्व्हचा वापर केलेल्या मायक्रोफोन्स मिक्सर विभागाच्या जोडणी मंडलाचे संरोधन सामान्यतः जास्त असते. अशा मिक्सर विभागाशी जास्त संरोधनाच्या मायक्रोफोन सॉकेटतर्फे क्रिस्टल मायक्रोफोनची सरळ जोडणी करता येते. मुव्हिंग कॉईल किंवा रिबन मायक्रोफोन्सची जोडणी करताना त्यांचे संरोधन योग्य प्रमाणात वाढविण्यासाठी जे जुळेसे (Matching) ट्रॅन्सफॉर्मर्स मायक्रोफोन समवेत पुरविले जातात त्यांचा वापर करावा लागतो.

ट्रॅन्झिस्टरांचा वापर केलेल्या मायक्रोफोन मिक्सर विभागामध्ये जोडणी मंडलाचे संरोधन सामान्यतः कमी किंवा मध्यम प्रतीचे (low or medium) असते. अशा मायक्रोफोन मिक्सर विभागाचे बाबतीत संरोधनाची जुळवणी तितकीशी महत्त्वाची नसते. जास्त संरोधनाचे मायक्रोफोन्स अशा मिक्सर विभागाच्या कमी किंवा मध्यम प्रतीच्या संरोधनाच्या सॉकेटशी जोडले तरी उत्तम कार्य करतात. क्रिस्टल मायक्रोफोन अशा ट्रॅन्झिस्टर मिक्सर विभागाशी जोडल्यास मात्र त्याचे कार्य समाधानकारकपणे होत नाही. कारण मिक्सर विभागाच्या त्यामानाने बऱ्याच कमी संरोधनामुळे मंद्रस्वर लहरींची (Bass Notes) कमालीची कपात झाल्याचे आढळून येते.

ट्रॅन्झिस्टर मिक्सर विभागाशी कमी किंवा मध्यम संरोधनाच्या मायक्रोफोन्सची जोडणी करण्यासाठी जुळेसे ट्रॅन्सफॉर्मर्स वापरणे अत्यावश्यक असते.

मायक्रोफोन्स व इतर उपकरणांची मिक्सर विभागाशी जोडणी करताना परस्परांच्या संरोधनांच्या जुळवणीचा (Impedance matching) प्रश्न महत्त्वाचा असतो. ह्या विषयीचे अधिक तांत्रिक विवेचन पुढे प्रकरण ७ मध्ये केलेले आहे.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरले जाणारे ॲम्प्लिफायर्स

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरले जाणारे ॲम्प्लिफायर्स रेडिओतील ॲम्प्लिफायर्स सारखेच असतात. परंतु मुख्य फरक म्हणजे अशा ॲम्प्लिफायर्समध्ये प्रवर्धित केल्या जाणाऱ्या ध्वनिलहरींची पातळी (Volume level) अधिक जास्त व स्वरधर्म नियंत्रण (Tone Control) अधिक उच्च दर्जाचे असते. दुसरा फरक म्हणजे ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत ॲम्प्लिफायर विभागासमवेत मायक्रोफोन्स, ग्रामोफोन पिकअप, टेपरेकॉर्डर, रेडिओ टच्यूनर आदि उपकरणांची व साधनांची जोडणी केली जात असल्याने रेडिओ ॲम्प्लिफायरपेक्षा हे ॲम्प्लिफायर्स काहीसे आगळे असतात. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरले जाणारे ॲम्प्लिफायर्स दणकट बनावटीचे, विश्वसनीय कार्य देणारे आणि दर्जेदार उत्पादकांनी बनविलेले असणे आवश्यक असते. परंतु ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी ज्यांना "हाय फायडेलिटी" ॲम्प्लिफायर्स म्हणतात अशा उच्च दर्जाच्या ॲम्प्लिफायर्सची मात्र गरज नसते.

पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे ह्या पुस्तकाच्या शेवटी ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या व्हॉल्व्ह व ट्रॅन्झिस्टरांचा वापर केलेल्या ॲम्प्लिफायर्सचे संपूर्ण मंडल नकाशे (Circuit diagrams) नमुन्यादाखल जोडले आहेत. ध्वनि तंत्रज्ञाने त्यांचा लक्षपूर्वक अभ्यास करावा.

ॲम्प्लिफायर विभागाचे विद्युतबल

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापर करण्याच्या दृष्टीने बाजारात ५ वॅटपासून १०० वॅटपर्यंत विद्युतबल हाताळणारे ॲम्प्लिफायर्स उपलब्ध आहेत. सर्वसामान्य ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे ४० वॅट विद्युतबलाचा ॲम्प्लिफायर पुरेसा असतो. ध्वनिलहरींचे जास्तीत जास्त प्रमाणात प्रवर्धन होताना ध्वनि पुनरुत्पत्तीत विवक्षित मर्यादेपेक्षा जास्त विकृती (Distortion) निर्माण होणे इष्ट नसते. विकृतिची अशी विवक्षित मर्यादा (सामान्यत: विकृती ५ टक्क्यांपेक्षा जास्त नसावी) सांभाळून ॲम्प्लिफायर विभागात ध्वनिलहरींचे जास्तीत जास्त किती प्रवर्धन शक्य होईल त्यावरून ॲम्प्लिफायर विभागाचे विद्युतबल निर्देशित केले जाते. ह्या निर्देशित विद्युतबलापेक्षा जास्त विद्युतबल हाताळण्याचा प्रसंग आला तर ॲम्प्लिफायरमधून होणाऱ्या ध्वनिपुनरुत्पत्तीच्या विकृतिचे प्रमाण वाढते.

ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद (Frequency Response)

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या ॲम्प्लिफायर्सचे बाबतीत ध्वनिपटलावरील निरनिराळ्या कंपनसंख्येच्या लहरींना मिळणाऱ्या प्रतिसादाचा निर्देश कधीकधी केला जातो. पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत "हाय फायडेलिटी ॲम्प्लिफायर्स" प्रमाणे ध्वनिपटलावरील एकूण संपूर्ण विस्तृत टप्प्यांतील लहरींना प्रतिसाद मिळणे आवश्यक नसते. किंबहुना कित्येक तज्ज्ञांच्या मते तर ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या ॲम्प्लिफायर्सचे बाबतीत ध्वनिकंप्रता प्रतिसादांत काही संकुचितपणा किंवा काहीशी कपात असणे इष्ट असते. ह्याचे कारण म्हणजे अतिद्रुत कंपनसंख्येच्या किंवा अति नीच कंपनसंख्येच्या ध्वनिलहरींच्या पुनरुत्पत्तीमुळे आवाजाच्या वास्तवतेत किंवा नैसर्गिकपणामध्ये विशेष फरक पडत नाही. किंबहुना ध्वनिपटलावरील दोन्ही अतिरेकी बाजूंवरील ध्वनिलहरींची कपात करण्यात फायदाच असतो. ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत विशिष्ट स्थळाच्या ध्वनि व श्रवणसंबंधित गुणधर्माप्रमाणे (Acoustics) किंवा अशा स्थळी वापरलेल्या विशिष्ट प्रकारच्या मायक्रोफोनच्या विशिष्ट गुणविशेषानुसार मंद्रस्वर लहरींच्या (Bass Notes) पुनरुत्पत्तीने आवाजात कमालीची घरघर (Rumble) निर्माण होण्याची किंवा उच्च स्वर लहरींच्या (Treble Notes) पुनरुत्पत्तीमुळे आवाजांत प्रचंड प्रमाणात खरखर (Hiss) निर्माण होण्याची शक्यता असते. अशा प्रकारची अनावश्यक घरघर (Rumble) व खरखर (Hiss) कमी करण्यासाठी टोन कंट्रोलच्या साहाय्याने उच्च व मंद्रस्वर लहरींची कपात करावीच लागते आणि त्या दृष्टीने ॲम्प्लिफायरमध्ये विस्तृत टप्प्यातील ध्वनिलहरींना जरी प्रतिसाद मिळू शकत असला तरी असा विस्तृत ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद अंतिमत: एक प्रकारे निरुपयोगीच ठरतो. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या ॲम्प्लिफायर्सचे बाबतीत ध्वनिपटलावरील दर सेकंदास ५० ते ७००० सायकल्स कंपनसंख्येच्या टप्प्यांतील लहरींना जर समसमान व यथोचित प्रतिसाद मिळत असेल तर तो पुरेसा असतो असे म्हणावयास हरकत नाही.

टोन कंट्रोलसची सोय

वरील विवेचनाच्या संदर्भात टोन कंट्रोलची सोय किती महत्त्वाची असते ह्याविषयी ध्वनि तंत्रज्ञास चांगली कल्पना आलेली असेल. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या ॲम्प्लिफायरमध्ये

" बास " व " ट्रिबल " कंट्रोल अशा दोन वेगळ्या टोन कंट्रोल्सची सोय अपलब्ध असणे आवश्यक असते.

एक सामान्य तत्त्व ह्या दृष्टीने असे म्हणावायस हरकत नाही की, संभाषणाच्या आवाजातील स्वच्छपणा व सुस्पष्टता आवाजातील उच्चस्वर लहरींच्या (Treble) प्रमाणावर अवलंबून असते आणि त्या दृष्टीने मंद्रस्वर (Bass) लहरींची बास कंट्रोलच्या साहाय्याने योग्य व कुशलतेने कपात केली तर व्यक्तिच्या आवाजाच्या स्पष्टपणामध्ये कमालीची सुधारणा घडवून आणता येते.

टोन कंट्रोलच्या साहाय्याने भिन्न व्यक्तींच्या आवाजात व्यक्तिगत सुधारणा घडवून आणणेही शक्य असते. काही व्यक्तींचा आवाज अतिशय कर्कश तर ह्या उलट काही व्यक्तींचा आवाज अतिशय घोगरा असतो. ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत आवाजातील हे फरक अधिकच तीव्रतेने भासतात. त्यादृष्टीने टोन कंट्रोलचा वापर करून व्यक्तिगत आवाजात योग्य सुधारणा घडवून आणता येते. टोन कंट्रोलचा वापर करताना मात्र एक गोष्ट ध्यानात ठेवली पाहिजे आणि ती म्हणजे व्यक्तिच्या आवाजात जो जिवंतपणा असतो तो प्रामुख्याने उच्च स्वर लहरींवर (Treble) अवलंबून असल्यामुळे उच्च स्वर लहरींची वाजवीपेक्षा जास्त कपात केली तर आवाज निर्जीव असल्यासारखा वाटेल. त्याचप्रमाणे मंद्र स्वर लहरींची (Bass) जास्त कपात केली तरी देखील ती अनिष्ट असते. मंद्र स्वर लहरींची वाजवीपेक्षा जास्त कपात केल्यास आवाज पुळचट आणि प्रत्यक्षात आहे त्यापेक्षा कर्कश वाटण्याचा संभव असतो.

व्यक्तिगत आवाजांतील दोषांप्रमाणेच, मायक्रोफोनच्या ध्वनिकंप्रता प्रतिसादांतील उणीवांमुळे (उदाहरणार्थ, रिबन मायक्रोफोनचा आवाज सामान्यतः घोगरा तर मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोनचा आवाज काहीसा कर्कश वाटतो) किंवा सभागृहाच्या विशिष्ट ध्वनि व श्रवण संबंधित गुणधर्मामुळे ज्या समस्या निर्माण होतात त्यामध्येही टोन कंट्रोलसच्या साहाय्याने सुधारणा घडवून आणता येतात.

ॲम्प्लिफायरमधील गुणगुण आवाजाची (Hum) व खरखर आवाजाची (Noise) पातळी

पूर्वी प्रकरण २ मध्ये उल्लेख केल्याप्रमाणे सर्वसामान्य ॲम्प्लिफायर विभागामध्ये विद्युतलहरींचे सुमारे दशलक्ष पटीने प्रवर्धन होत असल्याने ॲम्प्लिफायरच्या पूर्वप्रवर्धन विभागामध्ये अतिसूक्ष्म प्रमाणात देखील गुणगुण आवाज (Hum) किंवा खरखर आवाज (Noise) निर्माण झाला तरी त्याचे प्रचंड प्रमाणात प्रवर्धन होते. त्यादृष्टीने ॲम्प्लिफायरच्या पूर्व विभागातील विद्युत मंडलातील घटकभागांवर हे आवाज झेलले न जावेत ह्यासाठी संरक्षक आच्छादन (Shield) बसविणे आवश्यक असते. ॲम्प्लिफायर विभागात अनिच्छनीय गुणगुण आवाज व खरखर आवाज व्हॉल्व्हमध्ये किंवा ट्रॅन्सफॉर्मरमध्ये उत्पन्न होण्याची अगर विवक्षित घटकभागांची जमीनीशी जोडणी (Earthing) व्यवस्थित न झाल्यामुळे निर्माण होण्याची शक्यता असते. अशा अनिच्छनीय आवाजांची पातळी कमीत कमी ठेवणे इष्ट असल्यामुळे ॲम्प्लिफायर विभागाची मंडलरचना कौशल्याने करावी लागते. चांगल्या दर्जेदार बनावटीच्या ॲम्प्लिफायरसाठी जी जास्त किंमत द्यावी लागते त्याचे हेच कारण असते.

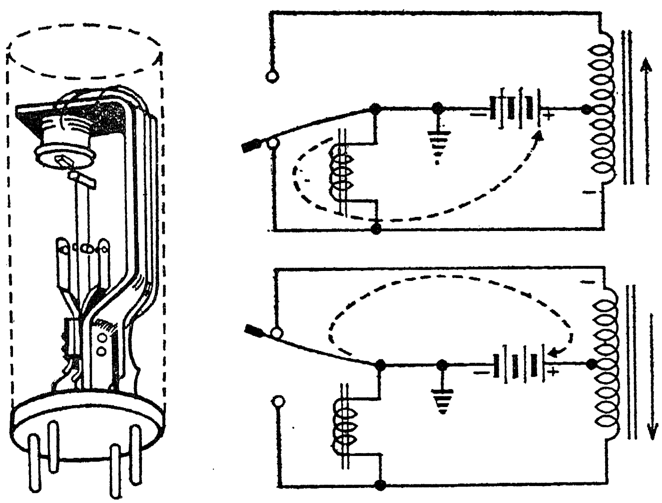
पुष्कळशा ॲम्प्लिफायर्सचे बाबतीत ॲम्प्लिफायर चासीसची जोडणी जमीनीशी केली (Earthing) की वरील प्रकारच्या अनिच्छनीय खरखराटांची पातळी कमी होऊन ॲम्प्लिफायरचे कार्य एकंदरीत बरेच स्थिर व शान्तपणे चालते असे आढळून येते. परंतु जमिनीशी जोडणी करणे सर्वच परिस्थितीत शक्य होत नसल्याने तज्ज्ञांच्या मते जमिनीशी जोडणी न करता देखील ज्या ॲम्प्लिफायरचे कार्य खरखराटरहित व शान्तपणे चालते, तोच ॲम्प्लिफायर ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या कसोटीस

उतरत असल्यामुळे त्यांच्यामते ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेसाठी अशा कसोटीस उतरणाऱ्या उच्च दर्जाच्या ॲम्प्लिफायरचीच निवड करणे अत्यावश्यक असते.

ॲम्प्लिफायरसाठी विद्युतशक्ती पुरवठा (Power Supply)

सर्वसामान्य ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेच्या कार्यासाठी घरगुती इलेक्ट्रिक मेन्समधून सामान्यतः पुरविल्या जाणाऱ्या २३० व्होल्ट ए.सी. (५० सायकल्स) विद्युतदाबाचा वापर केला जातो. परंतु ज्या ठिकाणी असा इलेक्ट्रिक पुरवठा उपलब्ध नसतो (उदाहरणार्थ, खुल्या जागी) अशा जागी ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेची उभारणी करण्याचा प्रसंग येतो, तेव्हा बॅटरीचा उपयोग करावा लागतो. अशा परिस्थितीत ॲम्प्लिफायरमधील व्हॉल्व्ह फिलॅमेंटसाठी ६ व्होल्ट विद्युतदाबाचा पुरवठा करणारी बॅटरी वापरली जाते व व्हॉल्व्हच्या प्लेट व स्क्रीनग्रिडसाठी आवश्यक असलेल्या अधिक उच्च डी.सी. विद्युतदाबाच्या निर्मितीसाठी "व्हायब्रेटर" चा उपयोग केला जातो.

व्हायब्रेटर–रचना आणि कार्य.—व्हायब्रेटरचे कार्य इलेक्ट्रिक घंटेच्या कार्याच्या तत्त्वावर आधारित असते. व्हायब्रेटरमध्ये विशिष्ट कालावधीत विवक्षित गतीने कंप पावू शकेल असा एक कंपकाटा (Vibrating reed) वापरलेला असतो व ह्या कंपकाटयामुळे बॅटरीच्या विद्युत मंडलात विशिष्ट कालावधीत एक सारखा खंड पडून व प्रवाहाची दिशा बदलून विद्युतमंडलात ए.सी. विद्युतदाब निर्माण होईल अशी व्यवस्था केलेली असते. अशा व्हायब्रेटरचा वापर करून बॅटरीच्या ६व्होल्ट डी.सी. विद्युतदाबाचे ६ व्होल्ट ए.सी. विद्युतदाबात रूपान्तर करता येते व नंतर ह्या विद्युतदाबाचे स्टेपअप ट्रॅन्सफॉर्मरच्या साहाय्याने २०० व्होल्ट ए.सी. विद्युतदाबात रूपान्तर करता येते. मेटल किंवा व्हॉल्व्ह रेक्टिफायरच्या साहाय्याने अशा उच्च ए.सी. विद्युतदाबाचे उच्च डी.सी. विद्युतदाबात रूपान्तर नंतर करता येते. आकृति ४-३ मध्ये व्हायब्रेटरची अंतर्गत रचना कशी असते हे दर्शविणारे चित्र व सोबत व्हायब्रेटरचे कार्य कसे होते हे दर्शविण्यासाठी व्हायब्रेटरचे दोन मंडल नकाशे दिले आहेत.



आकृती ४–३

फिरत्या (Mobile) ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी हल्ली ट्रॅन्झिस्टर ॲम्प्लिफायर्सचा वापर प्रचलित झाला आहे. ५० वॅट विद्युतबलाच्या ट्रॅन्झिस्टर ॲम्प्लिफायरचे कार्य १२ व्होल्ट विद्युतदाबाचा पुरवठा करणाऱ्या बॅटरीच्या साहाय्याने केले जाते व सर्वसामान्य परिस्थितीत सरासरी २ ॲम्पियर प्रवाहाचा वापर होतो.

पुष्कळशा फिरत्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थांमध्ये इलेक्ट्रिक मेन्स किंवा बॅटरी ह्यापैकी कोणत्याही एका विद्युतपुरवठ्याचा वापर करता येईल अशी सोय असते. जेव्हा इलेक्ट्रिक मेन्स पुरवठा उपलब्ध असतो तेव्हा त्याचा वापर करता येतो. पर्यायी, बॅटरीचा उपयोग करता येतो. बहुतेक ॲम्प्लिफायर्समध्ये ह्यासाठी ॲम्प्लिफायरची जोडणी बॅटरीशी किंवा पर्यायी इलेक्ट्रिक मेन्स पुरवठ्याशी करण्याची खास सोय केलेली असते.

□ □ □

प्रकरण ५

लाऊडस्पीकर्स

अँम्प्लिफायर विभागामध्ये प्रवर्धित झालेल्या श्राव्य विद्युतलहरींचे ध्वनिलहरींमध्ये रूपान्तर करण्यासाठी लाऊडस्पीकर्सचा उपयोग केला जातो.

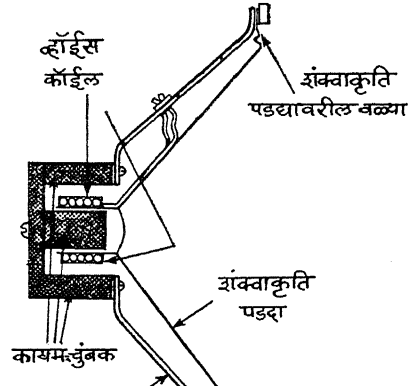
गतकाळात निरनिराळ्या प्रकारचे लाऊडस्पीकर्स वापरले जात असत. हल्ली कायम चुंबकाचा वापर केलेले मुव्हिंग कॉईल लाऊडस्पीकर्स ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत सर्वत्र प्रचलित आहेत.

मुव्हिंग कॉईल लाऊडस्पीकरच्या कार्यामागील तत्त्व

एखाद्या शक्तिमान कायम चुंबकाच्या चुंबकीय क्षेत्रात एखादी कॉईल स्थापित केली व अशा कॉईलमधून चढउतार किंवा बदल होणारा विद्युतप्रवाह वाहील अशी योजना केली तर कॉईलभोवती चलत चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते व त्याची कायम चुंबकाच्या चुंबकीय क्षेत्राशी प्रतिक्रिया होऊन कॉईलची चुंबकीय क्षेत्रात पुढेमागे हालचाल होऊ लागते. कॉईलची जोडणी जर एखाद्या पातळ पडद्याशी (Diaphragm) केलेली असेल तर कॉईलच्या द्रुत हालचालीमुळे असा पातळ पडदा कंप पावू लागतो व पडदा कंप पावू लागला म्हणजे सभोवतालच्या हवेत ध्वनिलहरी निर्माण होतात. लाऊडस्पीकरचे कार्य ह्या तत्त्वावर आधारित असते.

मुव्हिंग कॉईल लाऊडस्पीकर—रचना आणि कार्य

आकृती ५–१ मध्ये मुव्हिंग कॉईल लाऊडस्पीकरची रचना स्पष्ट करणारे छेदचित्र दर्शविले आहे.



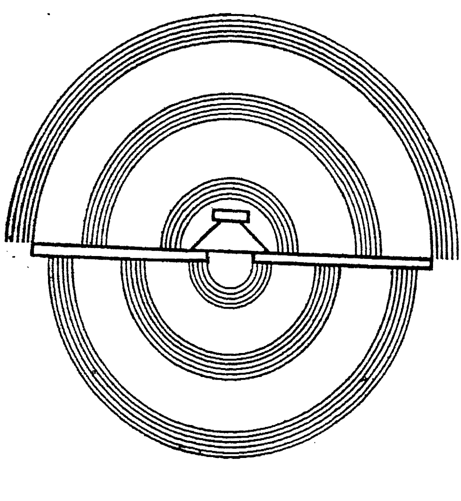
आकृती ५–१

आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे अशा लाऊडस्पीकर-मध्ये एक शक्तिमान कायम चुंबक (Permanent magnet) वापरलेला असतो. ह्या कायम चुंबकाच्या मध्यवर्ती भागावर एका पुठ्ठ्याच्या नळीवर एक कॉईल गुंडाळून बसविलेली असते. ह्या कॉईलला "व्हॉईस कॉईल" म्हणतात. व्हॉईस कॉईल ज्या भागावर बसविलेली असते तो कायम चुंबकाचा एक ध्रुव (Pole) असतो. कायम चुंबकाचा दुसरा ध्रुव ह्या कॉईलभोवती असतो. थोडक्यात म्हणजे व्हॉईस कॉईल कायम चुंबकाच्या दोन ध्रुवांच्या फुटीमध्ये अधान्तरी राहील अशी बसविलेली असते आणि त्यामुळे कायम चुंबकाच्या चुंबकीय विकर्ष रेषा (Magnetic lines) एका चुंबक ध्रुवाकडून दुसऱ्या चुंबक ध्रुवाकडे जाताना व्हॉईस कॉईलमधून आरपार जातात. व्हॉईस कॉईलच्या नळीच्या एका बाजूवर चिवट कागदाचा शंक्वाकृती पडदा (Cone) जोडलेला असतो.

ह्या शंक्वाकृती पडद्याची वर्तुळाकार कडा लाऊडस्पीकरच्या लोखंडी सांगाड्याला किंवा फ्रेमला चिकटवून पक्की बसविलेली असते. परंतु ह्या वर्तुळाकार कडेवर वळ्या(Corrugations) पाडलेल्या असल्यामुळे व्हॉईस कॉईल नळीशी जोडलेला पडद्याचा हा भाग पुढेमागे सहजपणे हालू शकतो. व्हॉईस कॉईलशी श्राव्य विद्युत लहरी संबंधित केल्या की ह्या लहरींच्या प्रवाहातील चढउताराप्रमाणे व्हॉईस कॉईलभोवती चलत चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होते. ह्या चलत् चुंबकीय क्षेत्राची कायम चुंबकाच्या क्षेत्राशी प्रतिक्रिया होऊ लागते. त्यामुळे व्हॉईस कॉईल द्रुतगतीने पुढेमागे हालू लागते. व्हॉईस कॉईल हलू लागली म्हणजे व्हॉईस कॉईल नळीशी जोडलेला शंक्वाकृती पातळ पडदा (Cone) कंप पावू लागतो व त्यामुळे सभोवतालच्या हवेत ध्वनिलहरी निर्माण होतात. ह्या ध्वनिलहरींचा आयाम किंवा विस्तार (Amplitude) आणि त्यांची कंपनसंख्या (Frequency) हुबेहुब व्हॉईस कॉईलमधून वाहाणाऱ्या श्राव्य विद्युतलहरींच्या आयामाप्रमाणे किंवा विस्ताराप्रमाणे व कंपनसंख्येप्रमाणे असते. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या लाऊडस्पीकर्सच्या शंक्वाकृती पडद्याचा व्यास सामान्यतः ८ किंवा १० इंच असतो. व्हॉईस कॉईल वजनाने हलकी परंतु दणकटही व्हावी ह्यासाठी व्हॉईस कॉईल नळीवर व्हॉईस कॉईल एकेरी थरात (Single layer) गुंडाळलेली असते आणि त्यामुळे तिचे संरोधन साहजिकच जास्त प्रमाणात नसते. सामान्यतः ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या लाऊडस्पीकर्स व्हॉईस कॉईलचे संरोधन ४, ८ व १६ ओहम् असते व विद्युतबल (power rating) सुमारे ५ वॅट असते. श्राव्य विद्युत लहरींचे ध्वनिलहरींमध्ये रूपान्तर करण्याचे बाबतीत लाऊडस्पीकर्सची कार्यक्षमता (Efficiency) मात्र बऱ्याच कमी दर्जाची असते. साध्या कॅबिनेटमध्ये बसविलेल्या लाऊडस्पीकर्सची कार्यक्षमता सुमारे ५ टक्के असते.

लाऊडस्पीकर बॅफल (Loudspeaker Baffle)

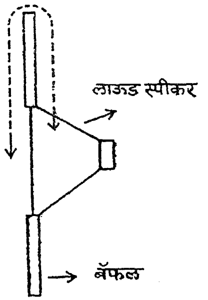
लाऊडस्पीकरच्या शंक्वाकृती पातळ पडद्याचे (Cone) कंपन होत असताना पडदा जेव्हा पुढील बाजूकडे सरकतो तेव्हा पडद्याच्या पुढील बाजूवर असलेल्या हवेवर दाब (Compression) निर्माण होतो. परंतु पडद्याच्या मागील बाजूवर त्याचवेळी हवेत विरलता (Rarefaction) निर्माण होते. कंपन होताना पडदा जेव्हा मागील बाजूकडे सरकतो तेव्हा उलट परिस्थिती निर्माण होते. पडद्याच्या मागील बाजूकडील हवेवर दाब निर्माण होतो, परंतु पडद्याच्या पुढील बाजूवर त्याच वेळी विरलता निर्माण होते. पडद्याचे कंपन होताना हीच परिस्थिती आलटून पालटून निर्माण होते. आकृती ५–२ पाहा. लाऊडस्पीकर्सच्या पडद्यामुळे पडद्याच्या दोन्ही बाजूंवरील हवेचे कण विभक्त केले जातात. दाब असलेल्या बाजूवरील हवेच्या कणांची दुसऱ्या म्हणजे विरलता असलेल्या कणांच्या बाजूकडे हालचाल करण्याची नैसर्गिक प्रवृत्ती असते, त्यामुळे पडद्याच्या कडेवरून ही हाल-



आकृती ५–२

चाल सुरू होऊन दाब व विरलता एकमेकाच्या नाशास पोषक होतात. लाऊडस्पीकरमधून होणाऱ्या ध्वनि पुनरुत्पत्तीवर ह्याचा अनिष्ट परिणाम होतो. विशेषत: कमी कंपनसंख्येच्या ध्वनिलहरींची म्हणजे मंद्रस्वरलहरींची (Bass Notes) पुनरुत्पत्ती बरीच कमजोरपणे होऊ लागते.

वरील अडचणीवर उपाय म्हणजे वर वर्णन केलेल्या लाऊडस्पीकर पडद्याच्या पुढील आणि मागील बाजूवर असलेल्या हवेच्या कणांच्या हालचालीचा मार्ग अधिक लांबीचा करणे. ह्या मार्गाची लांबी योग्य प्रमाणात वाढविली म्हणजे दाब असलेल्या बाजूकडील हवेच्या कणांना विरलता असलेल्या बाजूकडे पोहोचण्यास विलंब लागतो व वर वर्णन केलेला दुष्परिणाम टाळला जातो. वरील उद्दिष्ट साध्य होण्यासाठी लाऊडस्पीकर एका मोठ्या सपाट फळीवर बसविला जातो व ह्या फळीच्या मध्यभागी लाऊडस्पीकरच्या पडद्याच्या आकाराचे भोक पाडलेले असते. ह्या फळीस इंग्रजीत " बॅफल "(Baffle) असे म्हणतात आकृती ५–३ पाहा.



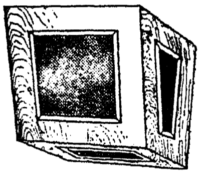
आकृती ५–३

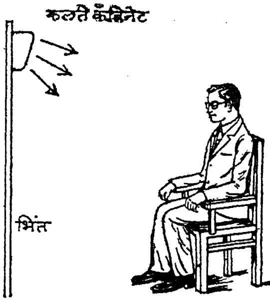
" बॅफल "चे अर्थात् विविध प्रकार आहेत. त्याचे आकार जरी भिन्न असले तरी त्याचे कार्य वरील तत्त्वावरच आधारित असते. लाऊडस्पीकर्ससाठी जे सर्वांच्या परिचयाचे असलेले कॅबिनेट वापरले जाते (आकृती २–१० पाहा) ते वस्तुत: " बॅफल " म्हणनच कार्य करते. शिवाय कॅबिनेटमुळे लाऊडस्पीकरला एक प्रकारे संरक्षणही मिळते. कॅबिनेटच्या अंतर्गत भागात ध्वनिलहरी घुमू नयेत म्हणून कॅबिनेटच्या अंतर्गत भागात लोकरीचे किंवा फेल्टसारख्या कापडाचे अस्तर (Pad) बसविलेले असते. पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्सचा वापर सामान्यत: बंदिस्त जागी उभारणी केलेल्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत (Indoor Installation) केला जातो. खुल्या जागी ह्या प्रकरणात पुढे वर्णन केलेल्या कर्ण्याच्या लाऊडस्पीकर्सचा (Horn Loudspeakers) वापर केला जातो. कर्णा देखील बॅफलचेच कार्य करतो.

बंदिस्त जागी वापरण्यात येणाऱ्या विविध प्रकारच्या लाऊडस्पीकर्सविषयी व त्यांच्या उपयुक्ततेविषयी विवेचन पुढील काही परिच्छेदांमध्ये केले आहे :—

बंदिस्त जागी वापरण्यात येणारे कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्स

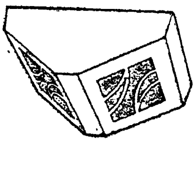
भिंतीवर उंच जागी टांगता येतील असे कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्स.—आकृती ५–४ मध्ये भिंतीवर उंच जागी टांगता येईल असा बंद पेटीत बसविलेला कॅबिनेट लाऊडस्पीकर दर्शविला आहे. ह्या प्रकारात कॅबिनेटची पुढची फळी कलती (Inclined) ठेवलेली असल्याचे दर्शविले आहे. ह्या फळीवर कॅबिनेटच्या आतील बाजूवर लाऊडस्पीकर बसविलेला असतो, त्यामुळे आकृती ५–५ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे आवाजाचे श्रोतृसमुदायकडे क्षेपणा केले जाते. कॅबिनेटच्या पुढील फळीचा आकार कलता असल्यामुळे इतर साध्या कॅबिनेटप्रमाणे सर्वच्या सर्व कॅबिनेट मुद्दाम कलते करून


आकृती ५–४



आकृती ५–५

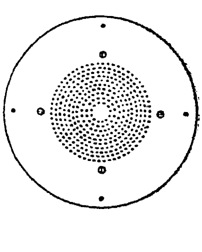
बसविण्याची गरज नसते. दुसऱ्या एक प्रकारात कॅबिनेट भिंतीच्या कोपऱ्यात टांगून बसविता येईल अशा चपखल आकाराचे असते. यामुळे अशा प्रकारचे कॅबिनेट भिंतीच्या कोपऱ्यात अगदी कमी जागा व्यापून बसविता येते.



आकृती ५–६

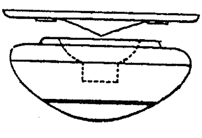
आकृती ५–६ मध्ये भिंतीवर टांगता येण्याजोग्या दुसऱ्या एका कॅबिनेटचा प्रकार दर्शविला आहे. ह्या प्रकारात दोन ८ इंची व्यासाचे लाऊडस्पीकर्स कॅबिनेटच्या पुढील बाजूवरील एकमेकींशी कोनात असलेल्या फळ्यांवर बसविलेले असतात. त्यामुळे अशा कॅबिनेटच्या दोन्ही बाजूंकडे विस्तृत क्षेत्रावर आवाजाचे क्षेपण करता येते.

आढ्यावर किंवा तक्तपोशीवर बसविता येण्याजोगे किंवा टांगता येण्याजोगे कॅबिनेट लाऊड-स्पीकर्स



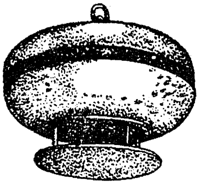
आकृती ५–७

आढ्याची किंवा तक्तपोशीची उंची कमी असेल तर आढ्याच्या किंवा तक्तपोशीच्या सपाटीत असलेले लाऊडस्पीकर्स वापरता येतात. अशा लाऊडस्पीकर्सचे कॅबिनेट आढ्याच्या किंवा तक्तपोशीच्या आत बसविलेले असते व लाऊडस्पीकरच्या पुढील बाजूवर असलेली जाळी आढ्याच्या किंवा तक्तपोशीच्या सपाटीत असते. आकृती ५–७ पाहा. ह्या लाऊडस्पीकरचे वैशिष्टय म्हणजे कॅबिनेट आढ्यामध्ये बसविलेले असल्याने त्याच्या दर्शनी बाजूवर असलेली जाळीच फक्त श्रोत्यांना दिसते. नाटक आणि सिनेमागृहाच्या बाल्कनीमध्ये आढ्यावरील लाऊडस्पीकर कॅबिनेटची अशी जाळी (Grill) कित्येकांनी पाहिलेली असेल.



आकृती ५–८

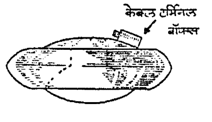
आकृती ५–८ मध्ये हंडीच्या आकाराचे कॅबिनेट (Bowl type cabinet) दर्शविले आहे. इमारतीची शोभा व एकूण सजावट जेव्हा महत्त्वाची असते तेव्हा आढ्यापासून किंवा तक्तपोशीपासून योग्य जागी टांगून ठेवण्यासाठी अशा प्रकारचे सुंदर आकाराचे लाऊडस्पीकर फार उपयुक्त असतात. आकृतीत दर्शविलेल्या हंडीमध्ये बसविलेल्या लाऊड-स्पीकरचे तोंड आढ्याकडे असल्याचे दर्शविले आहे. हंडीच्या वरील बाजूवर लाऊडस्पीकरशी सामोरी एक ध्वनि परावर्तक तबकडी (Sound Reflector) बसविलेली असते. ह्या तबकडीला शास्त्रोक्त पद्धतीने विशिष्ट आकार दिलेला असतो. त्यामुळे लाऊडस्पी-करमध्ये निर्माण होणाऱ्या ध्वनिलहरींचे सर्व समतल (Horizontal) दिशेला समान वितरण होते. हंडीप्रमाणे ध्वनि परावर्तक तबकडीही आढ्यावर किंवा तक्तपोशीवर टांगून बसविता येते.



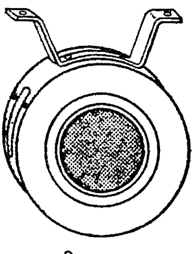
आकृती ५–९ मध्ये हंडीच्या आकाराच्या कॅबिनेटचा दुसरा प्रकार दर्शविला आहे. ह्या प्रकारात हंडीमध्ये बसविलेल्या लाऊडस्पीकरचे तोंड जमिनीकडे आहे व लाऊडस्पीकरच्या पडद्यासमोर खालील बाजूवर ध्वनिपरावर्तक तबकडी बसविलेली आहे व त्यामुळे आवाज समतल दिशेला सर्वत्र पसरतो.

आकृती ५–९

आकृती ५–१० मध्ये ध्वनिपरावर्तक तबकडी नसलेली साधी हंडी दर्शविली आहे. लाऊडस्पीकरचे तोंड खालील बाजूवर आहे. हंडीच्या वरील बाजूवर दर्शविलेल्या इलेक्ट्रिक केबल टर्मिनल बॉक्सचा हंडी टांगण्यासाठी उपयोग करता येतो. एखाद्या लोखंडी पट्टीचा उपयोग करून हंडी ३० अंशाचा कोन करून भितीवर टांगता येते. कारखान्यात जेव्हा खुल्या जागी लाऊडस्पीकरची उभारणी करावी लागते तेव्हा अशा प्रकारचा हंडीचा लाऊडस्पीकर विशेष उपयुक्त असतो. परंतु औद्योगिक कारखान्यांमध्ये अधिक सोयीस्कर अशा कॅबिनेट लाऊडस्पीकरचा प्रकार आकृती ५–११ मध्ये दर्शविला आहे. लाऊडस्पीकरसाठी गोलाकार कॅबिनेट धातूचे बनविलेले असते व ते टांगण्यासाठी कॅबिनेटवर आकृतीत दर्शविल्याप्रमाणे जोडपट्टया बसविलेल्या असतात. सर्वसामान्यपणे कायम चुंबकाचा १० इंची व्यासाचा शंक्वाकृति पडदा वापरलेला मुव्हिंग कॉईल लाऊडस्पीकर अशा कॅबिनेटमध्ये बसविला जातो. गोंगाट गलबल्याची पातळी त्या मानाने फार जास्त प्रमाणात नसते अशा मोठमोठ्या विक्रीकेन्द्रांमध्ये, मालसाठे केलेल्या कोठारांमध्ये किंवा गोदामांमध्ये अशा प्रकारचा लाऊडस्पीकर विशेष उपयुक्त असतो.



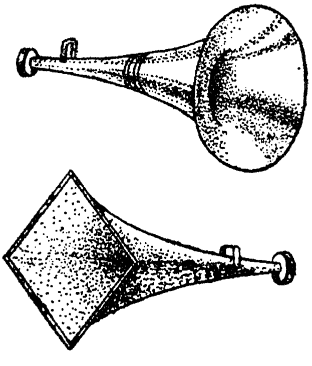
आकृती ५–१०



आकृती ५–११

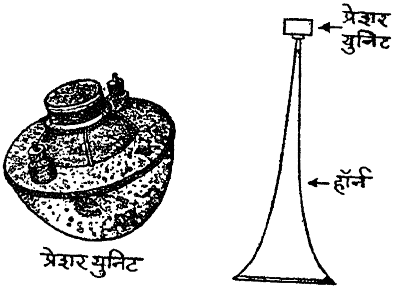
कर्ण्याचा वापर केलेले लाऊडस्पीकर्स (Horn Loudspeakers)

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत कर्ण्यांचा (Horns) वापर केलेले लाऊडस्पीकर्सही बरेच प्रचलित आहेत. कर्ण्याच्या लाऊडस्पीकरचा उपयोग विशेषेकरून खुल्या जागेवरील कार्यक्रमांसाठी आणि मुख्यतः जेव्हा एका विवक्षित दिशेने ध्वनिक्षेपण (Sound projection) करावयाचे असते तेव्हा केला जातो. आकृती ५–१२ मध्ये कर्ण्याच्या लाऊडस्पीकरचे दोन प्रकार दर्शविले आहेत.



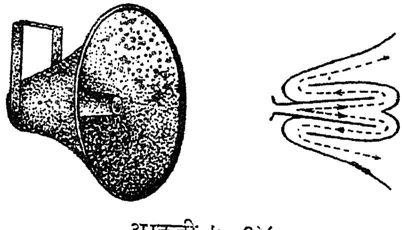
आकृती ५–१२

"ड्रायव्हर युनिट" किंवा "प्रेशर युनिट".—कर्ण्याबरोबर ज्या लाऊडस्पीकरची जोडणी केली जाते त्यास "ड्रायव्हर युनिट" किंवा "प्रेशर युनिट" असे म्हणतात. अशा प्रेशर युनिटचे चित्र आकृती ५–१३ मध्ये दर्शविले आहे. "प्रेशर युनिट" वर कर्णा जोडला म्हणजे कर्ण्याचा लाऊडस्पीकर (Horn Loudspeaker) तयार



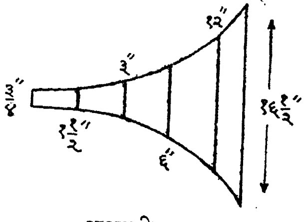
आकृती ५-१३

होतो. प्रेशर युनिटशी जोडलेल्या कर्ण्याचे चित्र आकृतीत प्रेशर युनिट समवेत दर्शविले आहे. कर्ण्याच्या निमुळत्या तोंडाचा व्यास सामान्यतः ३/४ इंच असतो. प्रेशर युनिटचे कार्यही मुव्हिंग कॉईल लाऊडस्पीकरसारखेच असते परंतु चिवट कागदाच्या पातळ पडद्याऐवजी प्रेशर युनिटमध्ये अंतर्गोल आकाराचा "ड्यूरॅल्यूमिन" चा (कणखर ॲल्यूमिनियम मिश्र धातूचा) पातळ पडदा वापरला जातो. ह्या पडद्याच्या कंपनामुळे निर्माण होणाऱ्या ध्वनिलहरी कर्ण्याच्या निमुळत्या तोंडामुळे संकुचित जागी बंदिस्त केल्या जातात व इतस्ततः विस्फारित न होता कर्ण्यातर्फे केन्द्रित होऊन एका दिशेने क्षेपित केल्या जातात. कर्ण्यामुळे ध्वनिलहरी प्रवर्धित होत नाहीत हे लक्षात घेण्यासारखे आहे. कर्ण्याच्या साहाय्याने फक्त ध्वनिलहरींची शक्ति एकवटली जाऊन त्यांचे विशिष्ट दिशेला क्षेपण करता येते. त्यामुळे साध्या लाऊडस्पीकरपेक्षा कर्णा अधिक कार्यक्षम (Efficient) असतो. शिवाय कर्ण्याच्या साहाय्याने विद्युतशक्तिचे ध्वनिलहरींमध्ये रूपान्तर अधिक कार्यक्षमतेने होऊ शकत असल्यामुळे कर्ण्यामुळे सुमारे २५ ते ३५ टक्के कार्यक्षमता (Efficiency) साध्य होऊ शकते. परंतु कर्ण्यामध्ये मंद्रस्वरलहरींची (Bass Notes) यथोचित पुनरुत्पत्ती होण्यासाठी कर्ण्याची लांबी बरीच जास्त असावी लागते. म्हणून कित्येक फूट लांबीचे कर्णे वापरणे आवश्यक असते. परंतु जास्त लांबीच्या कर्ण्यांचा वापर करणे सोयीचे नसल्याने ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत ज्यांना "रिएन्ट्रन्ट हॉर्नस्" (Re-entrant Horns) किंवा "रिफ्लेक्स हॉर्नस्" (Reflex Horns) म्हणतात असे कर्णे वापरले जातात. आकृती ५-१४ मध्ये अशा कर्ण्याचे बाह्य स्वरूप व सोबतच अशा कर्ण्याची तात्त्विक अंतर्गत रचना स्पष्ट करणारे चित्र दर्शविले आहे. हा कर्णा म्हणजे तत्त्वतः एखादा कर्णा जणू काय आतल्या आत वळवलेला असावा अशा स्वरूपाचा असल्यामुळे ध्वनिलहरींच्या दृष्टीने कर्ण्याची एकूण लांबी परिणामी कायम राहून प्रत्यक्षात मात्र ती जवळजवळ एक तृतीयांश होते असे म्हणावयास हरकत नाही.



आकृती ५-१४

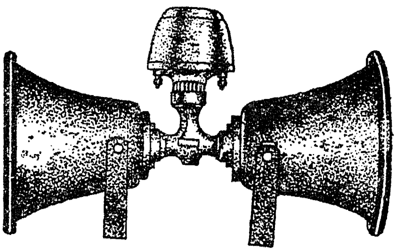
कर्ण्यामधून ध्वनिलहरींची योग्य प्रगती व विस्तार होण्यासाठी कर्ण्याच्या निमुळत्या तोंडापासून कर्ण्याचा क्रमशः वाढ होणारा गोलाकार विस्तार एका विशिष्ट आकाराचा असणे इष्ट असते. ज्या कर्ण्यात बाह्य गोलाकार विस्ताराचा व्यास कर्ण्याच्या लांबीच्या समान अंतरावर दुप्पटीने वाढतो अशा रचनेचा कर्णा ध्वनिक्षेपण व ध्वनि विस्ताराच्या दृष्टिने आदर्श समजला जातो. अशा कर्ण्यास इंग्रजीत "एक्स्पोनेन्शिअल हॉर्न" (Exponential Horn) असे म्हणतात. आकृती ५-१५ मध्ये अशा कर्ण्याचे एक चित्र दर्शविले आहे. आकृतीत दर्शविल्याप्रमाणे कर्ण्याच्या निमुळत्या तोंडाचा व्यास ३/४ इंच



आकृती ५-१५

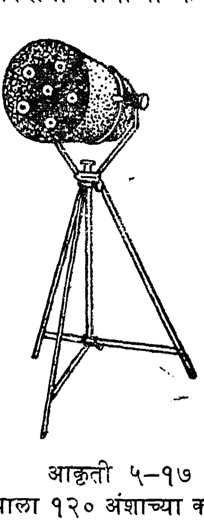
आहे व प्रत्येक ४ इंच अंतरात कर्ण्याचा बाह्य गोलाकार विस्ताराचा व्यास दुप्पटीने वाढतो. उदाहरणार्थ १ १½", ३", ६", १२" वगैरे. एखाद्या गोष्टीची वृद्धि किंवा क्षय होताना ती नैसर्गिकपणे व अविरोधपणे जेव्हा होते तेव्हा ती " घातांक नियमा " प्रमाणे (Exponential law) होत असते. उदाहरणार्थ, एखाद्या गोष्टीची वृद्धि " क्ष " ह्या कालावधीत ती पूर्वीपेक्षा दुप्पटीने, त्या नंतरच्या दुसऱ्या " क्ष " ह्या कालावधीत त्यापेक्षा दुप्पटीने व ह्याच नियमा-प्रमाणे पुढील प्रत्येक "क्ष " ह्या कालावधीत दुप्पटीने वाढत असेल तर तिची वृद्धि घातांक नियमा-प्रमाणे होत आहे असे म्हणता येईल. वरील उदाहरणात कर्ण्याच्या बाह्य गोलाकार विस्ताराचा व्यास विशिष्ट कालावधीत (ध्वनि लहरींना ४" लांबीवर प्रवास करण्यास जेवढा कालावधि लागतो तेवढ्या कालावधीत) दुप्पटीने वाढत असल्याने अशा विशिष्ट आकाराच्या कर्ण्यास इंग्रजीत " एक्स्पो-नेन्शिअल हॉर्न " असे म्हणतात.

आकृती ५–१६ मध्ये एकाच ड्रायव्हर युनिटचा वापर करून दोन विरुद्ध दिशेला बसविलेल्या रिएन्ट्रन्ट हॉर्नचा प्रकार दर्शविला आहे. दोन बाजूंकडे लांब अंतरावर ध्वनिक्षेपण करण्यासाठी असा लाऊडस्पीकर उपयुक्त असतो. रेल्वे प्लॅट-फॉर्मवर किंवा तत्समान स्थळांवर घोषणा व निवेदने करण्यासाठी वापरण्यात येणारे असे लाऊडस्पीकर्स सर्वांच्या परिचयाचे आहेत.



आकृती ५–१६

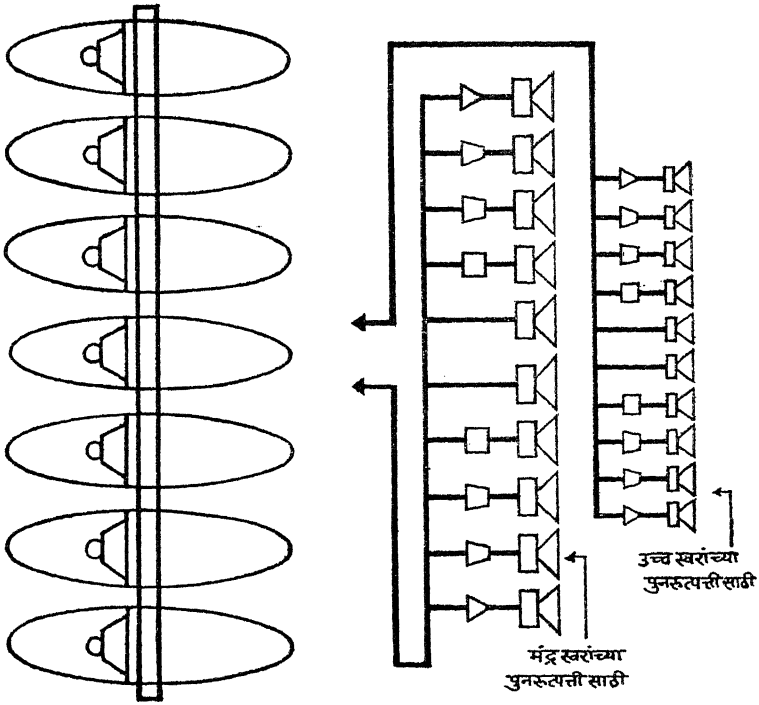
आकृती ५–१७ मध्ये बऱ्याच जोरदार पातळीवरून विशिष्ट दिशेने ध्वनिक्षेपण करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या कर्ण्यांच्या लाऊडस्पीकरचा एक खास प्रकार दर्शविला आहे. खुल्या मैदानात आणि विशेषत: श्रोतृसमुदाय जेव्हा लाऊडस्पीकरपासून बऱ्याच दूर अंतरावर असतो तेव्हा असा लाऊडस्पीकर अतिशय उपयुक्त असतो. कारण त्याच्या साहाय्याने बऱ्याच अंतरावर देखील ध्वनि-लहरी स्वच्छ व स्पष्टपणे ऐकू येऊ शकतात. ह्या प्रकारात सहा वेगळे रिएन्ट्रन्ट हॉर्न लाऊडस्पीकर्स एका १½ फूट व्यासाच्या घंटेच्या आकाराच्या पात्रात बसविलेले असतात व ह्या सर्व लाऊड-स्पीकर्सचे एकूण विद्युतबल १२० वॅटपर्यंत असते. लाऊडस्पीकर्सची रचना कणखर बनावटीची असल्यामुळे खुल्या जागी वापरण्यास असे लाऊडस्पीकर्स सोयीस्कर असतात. ह्या लाऊडस्पीकर्समध्ये ध्वनिपटलावरील दर सेकंदास १२५ ते ७००० सायकल्स कंपन-संख्येच्या ध्वनिलहरींना यथोचित प्रतिसाद मिळू शकतो. लाऊड-स्पीकर्सचे घंटेसारखे पात्र ट्रायपॉड स्टॅन्डवर (तिपायी) उभे केलेले असते. स्टॅन्डची उंची काही प्रमाणात कमी अधिक करता येते. शिवाय घंटेचे तोंड समतल (Horizontal) दिशेने ३६० अंशाच्या कोनातून फिरविता येते व ऊर्ध्व (Vertical) दिशेकडे त्याला १२० अंशाच्या कोनापर्यंत कलाटणी देता येते.



आकृती ५–१७

लाऊडस्पीकर स्तंभ (Column Loudspeakers)

पूर्वी आकृती २–१२ मध्ये लाऊडस्पीकर स्तंभाचे चित्र दिलेले आहेच. आकृती ५–१८ मध्ये लाऊडस्पीकर स्तंभाची रचना व स्तंभात वापरलेल्या लाऊडस्पीकर्सच्या जोडणीची चित्रे दिली आहेत. सर्वसामान्यपणे लाऊडस्पीकर स्तंभातील लाऊडस्पीकर्सची जोडणी समान्तर

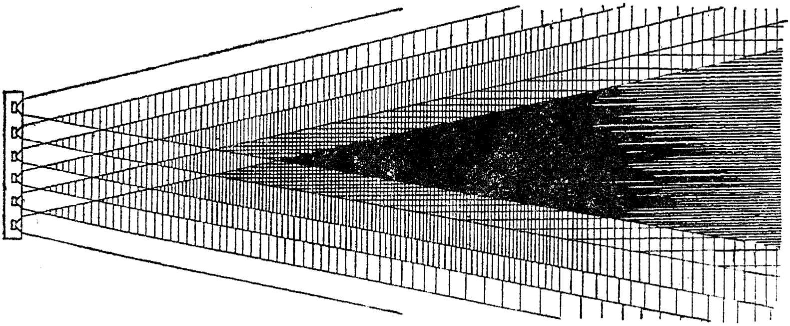


आकृती ५–१८

किंवा एकसरी-समान्तर अशी मिश्र जोडणी केली जाते. ह्यासाठी सामान्यत: १० ते १६ इंची व्यासाचे लाऊडस्पीकर्स वापरले जातात व त्यामधून मंद्रस्वरांची (Bass Notes) पुनरुत्पत्ती यथोचितपणे होऊ शकते. उच्च स्वरलहरींच्या पुनरुत्पत्तीसाठी कित्येकदा आकृती ५–१८ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे लहान व्यासाच्या लाऊडस्पीकर्सचा वेगळा स्तंभ वापरलेला असतो.

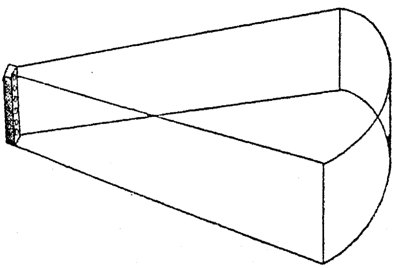
स्तंभ रचनेचा मोठा फायदा म्हणजे सर्व लाऊडस्पीकर्समधून क्षेपित होणाऱ्या ध्वनिलहरींचे एका विशिष्ट पातळीत केन्द्रीकरण होते व ध्वनिलहरींचा झोत (Beam) निर्माण होऊन इतर दिशांना त्या विस्फारित होत नाहीत. आकृती ५–१९ मध्ये स्तंभातर्फे क्षेपित होणाऱ्या ध्वनिलहरींच्या

केन्द्रीकरणाची क्रिया कशी घडते हे दर्शविले असून आकृती ५–२० मध्ये स्तंभातून क्षेपित होणाऱ्या ध्वनिच्या झोताचे आकारमान कसे असते ह्याचे काल्पनिक चित्र दर्शविले आहे.



आकृती ५–१९

स्तंभातून क्षेपण केल्या जाणाऱ्या झोताची वरील व खालील बाजू सपाट असल्यामुळे पुढे प्रकरण ८ मध्ये विवेचन केल्याप्रमाणे ध्वनिनिनादाची (Reverberation) समस्या सोडविण्यासाठी लाऊडस्पीकर स्तंभ अतिशय उपयुक्त झाले आहेत. लाऊडस्पीकर स्तंभातील निरनिराळ्या लाऊडस्पीकर्सतर्फे क्षेपित होणाऱ्या ध्वनिलहरी आकृती ५–१९ मध्ये चित्रण केल्याप्रमाणे एकमेकीस पूरक होऊन केन्द्रित होत असल्यामुळे त्यांची तीव्रता (Intensity) बरीच वाढते व त्यामुळे त्यांच्या व्यापृतीचे क्षेत्रही बरेच विस्तृत असते. अशा केन्द्रित ध्वनिलहरी स्तंभापासून दूर अंतरावर देखील स्वच्छ व सुस्पष्टपणे ऐकू येऊ शकतात. ह्याची प्रचीति म्हणजे लाऊडस्पीकर स्तंभापासून आपण अधिकाधिक दूर अंतरावर जाऊ लागलो तरी एकेरी लाऊडस्पीकरप्रमाणे त्यामधून ऐकू येणाऱ्या आवाजाची तीव्रता कमी न होता काही मर्यादेपर्यंत म्हणजे स्तंभाच्या व्यापृतीचे क्षेत्र ओलांडेपर्यंत ती समान राहात असल्याचे आढळून येते. लाऊड-स्पीकर स्तंभाच्या ह्या वैशिष्टयाचा खास उपयोग पुढे प्रकरण ८ मध्ये विवेचन केल्याप्रमाणे "कालमानात पडणाऱ्या अंतरा" ची (Time lag) समस्या सोडविण्यासाठी करता येतो.



आकृती ५–२०

□ □ □

प्रकरण ६

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील इतर उपकरणे व साधनसामग्री

मायक्रोफोन्स, मायक्रोफोन मिक्सर, ॲम्प्लिफायर आणि लाऊडस्पीकर ह्या ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या मुख्य घटकांचे तांत्रिक विवेचन प्रकरण ३, ४ व ५ मध्ये केलेले आहे. ह्या प्रकरणांत ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या इतर उपकरणां-विषयीची व साधनसामग्रीविषयीची अधिक तांत्रिक माहिती दिलेली असल्याने ध्वनितंत्रज्ञास ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या एकूण सर्व घटकांची संपूर्ण तांत्रिक माहिती होईल.

ग्रामोफोन

एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी सहजतेने ने-आण करता येईल असे "पोर्टेबल ग्रामोफोन" हल्ली बाजारात उपलब्ध आहेत. ध्वनिमुद्रित संगीताचा कार्यक्रम सादर करण्यासाठी ध्वनितंत्रज्ञाने असा एक पोर्टेबल ग्रामोफोन अवश्य संग्रही ठेवला पाहिजे. असा ग्रामोफोन मजबूत बनावटीचा तर असावाच परंतु एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी नेण्या-आणण्याच्या दृष्टीने तो वजनाने हलका व सुटसुटीतही असला पाहिजे. दर मिनिटाला ७८ फेरे, ४५ फेरे किंवा ३३⅓ फेरे ह्या त्रिविध गतीवर मुद्रित केलेल्या ग्रामोफोन रेकॉर्डस् हल्ली सामान्यत: उपलब्ध असल्याने त्रिविध गतीवर फिरणाऱ्या टर्नटेबलाची सोय असलेला ग्रामोफोन असणे आवश्यक असते. टर्नटेबल १० इंची व्यासाचे असावे. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या ग्रामोफोनसाठी उच्च दर्जाचा सिरॅमिक पिकअप हल्ली प्रचलित आहे.

रेडिओ कार्यक्रमांचे ध्वनिक्षेपण करण्याची सोय

वरील कार्यासाठी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत रेडिओचे दोन प्रकार वापरले जातात. (१) ज्या रेडिओमध्ये ऑडिओ विभाग समाविष्ट केलेला नसतो असा म्हणजे फक्त "रेडिओ ट्यूनर" (Radio Tuner) (२) ऑडिओ विभागासहित असलेला संपूर्ण रेडिओ. ह्या दोन्ही प्रकारांची बांधणी-जोडणी हल्ली सामान्य रेडिओमध्ये सर्वत्र प्रचलित असलेल्या "सुपरहिटरोडाइन" तत्त्वावर केलेली असते. दोन्हीही प्रकारांत रेडिओ स्टेशनांची तीक्ष्ण जुळवणी सुलभतेने करता यावी ह्यासाठी "मॅजिक आय" किंवा तत्समान कोणत्या ना कोणत्या तरी प्रकारच्या ट्यूनिंग इंडिकेटरची सोय मात्र आवश्यक असते. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत आवाजाचे त्यामानाने बऱ्याच प्रमाणात प्रवर्धन केले जात असल्याने एक अत्यंत महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे दोन्हीही प्रकारांत गुणगुण आवाज (Hum) किंवा इतर विद्युत खरखराटाची (Noise) उत्पत्ति होणे इष्ट नसते. वर उल्लेख केलेल्या "रेडिओ ट्यूनर" ची ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या ॲम्प्लिफायर विभागाशी जोडणी करण्याकरता सर्वसामान्य ॲम्प्लिफायरमध्ये "रेडिओ ट्यूनर सॉकेट" ची सोय उपलब्ध असते. ऑडिओ विभागासह संपूर्ण रेडिओ जेव्हा वापरला जातो तेव्हा मात्र अशा रेडिओतील आऊट-पुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉईलच्या संरोधनाशी योग्य जुळवणी होईल अशा खास जोडणीच्या सॉकेटची सोय ॲम्प्लिफायरमध्ये असणे आवश्यक असते.

टेपरेकॉर्डर

पूर्वी प्रकरण २ मध्ये उल्लेख केल्याप्रमाणे ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत टेपवर मुद्रित केलेल्या कार्यक्रमांचे क्षेपण करण्याचे प्रसंग कधी कधी येतात. टेपवर मुद्रण करण्यासाठी दर्जेदार बनावटीचा टेपरेकॉर्डर वापरणे आवश्यक असते आणि त्यादृष्टीने व्यावसायिक क्षेत्रात वापरल्या जाणाऱ्या टेपरेकॉर्डरचा (professional type tape-recorder) वापर ह्या कार्यासाठी उपयुक्त होतो. ह्याचे कारण म्हणजे ध्वनिवर्धन व वितरण कार्यासाठी टेपवरील मुद्रण उत्कृष्ट दर्जाचे असणे महत्त्वाचे असते. त्यामध्ये जर काही उणीवा असतील तर ध्वनिवर्धन व वितरण कार्यात त्या अधिकच प्रकर्षाने अनुभवास येतात.

टेपवरील मुद्रण क्षेपित करताना टेपरेकॉर्डरची जोडणी मायक्रोफोन मिक्सर विभागाशी करण्याची सोय केलेली असते. संभाषणाच्या कार्यक्रमांसाठी टेपची दर सेकंदास ३¾ इंच (९.५ सें.मी.) गती उत्कृष्ट असते. संगीत कार्यक्रमांसाठी जास्त द्रुतगति वापरावी लागते. टेपवरील मुद्रणाचे क्षेपण करताना टेपरेकॉर्डरच्या व्हॉल्यूम कंट्रोलची तो फिरवून किती प्रमाणात जुळवणी करावी हे प्रयोगांतीच ठरविता येते. टेपवरील मुद्रण क्षेपित करतेवेळी जर गुणगुण आवाज (Hum) ऐकू येत असेल तर ॲम्प्लिफायर विभागातील टोन कंट्रोलच्या साहाय्याने मंद्र स्वरांची कपात (Bass Cut) करून हा दोष कधी कधी घालविता येतो. आवाजात खरखराट (Noise) असेल तर उच्च स्वरांची कपात (Treble Cut) करून खरखराट कमी करता येतो.

मायक्रोफोन केबल

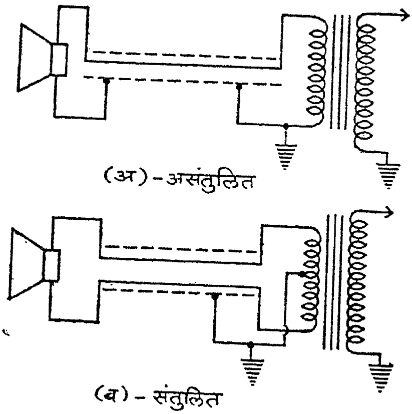
मायक्रोफोन केबलचे गुणधर्म.—पूर्वी प्रकरण २ मध्ये मायक्रोफोन केबलच्या रचनेविषयी सर्वसामान्य माहिती दिली आहे. केबलच्या रचनेत केबलमधील प्रवाहवाहक तारेभोवती/तारांभोवती रबर, रेशीम ह्यासारख्या विद्युतविरोधक पदार्थांचे आवरण असते व अशा रबराच्या किंवा रेशमाच्या आवरणाभोवती केबलचे चिलखती आच्छादन (Shield) बसविलेले असल्याने प्रवाहवाहक तार व चिलखती आच्छादन ह्यांमध्ये बऱ्याच प्रमाणात धारणशक्ती (Capacitance) निर्माण होते आणि मायक्रोफोनची अशा केबलशी जोडणी केली म्हणजे ही धारणशक्ती मायक्रोफोनशी समांतर पद्धतीने (in parallel) कार्यवाही होते. केबलची लांबी जितकी जास्त तितकी ही धारणशक्ती अधिक असते. विद्युतशास्त्रातील नियमाप्रमाणे तारेमधून वाहणाऱ्या ए.सी. प्रवाहाला धारणशक्तीमुळे मिळणारा धारणात्मक अवरोध (Capacitive reactance) ए.सी. विद्युतप्रवाहाच्या कंपनसंख्येच्या व्यस्त प्रमाणात असतो. ह्याचा अर्थ सामान्य शब्दात द्यावयाचा झाल्यास असे म्हणता येईल कीं ए.सी. प्रवाहाची कंपनसंख्या जितकी अधिकाधिक वाढवावी तितका धारणशक्तीमुळे प्रवाहाला मिळणारा धारणात्मक अवरोध अधिकाधिक कमी होतो व ह्याउलट, ए.सी. प्रवाहाची कंपनसंख्या जितकी अधिकाधिक कमी करावी तितका धारणात्मक अवरोध अधिकाधिक वाढतो. सहाजिकच मायक्रोफोनमध्ये निर्माण होणाऱ्या विद्युतलहरींची कंपनसंख्या जेव्हा बरीच द्रुत असते तेव्हा अशा द्रुत कंपनसंख्येच्या (High frequency) लहरींना वर उल्लेख केलेल्या धारणशक्तीमुळे केबलतर्फे एक सुलभ उपमार्ग मिळतो. शिवाय केबलच्या चिलखती आच्छादनाची सामान्यतः जमिनीशी जोडणी केलेली असल्याने अशा द्रुत कंपनसंख्येच्या लहरींचा अपव्यय (Loss) होऊन ध्वनि-पुनरुत्पत्तीत त्यामुळे अस्पष्टपणा उत्पन्न होतो.

केबलचा दुसरा एक गुणधर्म म्हणजे केबलमध्ये वापरलेल्या प्रवाहवाहक तारेचा विरोध (Resistance). केबलच्या तारेची लांबी जितकी जास्त तितका तिचा प्रवाहाला मिळणारा विद्युतविरोध जास्त असतो. हा विरोध कमी करण्यासाठी शक्य तेवढी जास्त जाडीची तार वापरणे आवश्यक असते. केबलमध्ये

अस्तित्वात असलेल्या धारणशक्तीचा परिणाम त्याचप्रमाणे केबलच्या प्रवाहवाहक तारेच्या विद्युत-विरोधामुळे प्रवाहवाहक तारेमधून वाहणाऱ्या विद्युत लहरींचा अपव्यय होऊन ज्या समस्या निर्माण होतात त्या विषयींचे सविस्तर तांत्रिक विवेचन पुढे प्रकरण ७ मध्ये केले आहे.

संतुलित (Balanced) किंवा असंतुलित (unbalanced) केबल जोडणी

मायक्रोफोन व ॲम्प्लिफायर ह्यामधील जोडणी करण्यासाठी वापरलेली मायक्रोफोन केबल संतुलित (Balanced) किंवा असंतुलित (unbalanced) असू शकते. आकृती ६–१ (अ) आणि (ब) पहा. आकृती ६–१ (ब) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे संतुलित केबलमध्ये दोन प्रवाहवाहक तारा असतात. ह्या प्रत्येक तारेभोवती विद्युतविरोधक पदार्थाचे आवरण व त्या सर्वांभोवती चिलखती आच्छादन (Shield) असते. ह्या उलट, आकृती ६–१ (अ) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे असंतुलित केबलमध्ये फक्त एकच प्रवाहवाहक तार असते. ह्या तारेभोवती विद्युतविरोधक पदार्थाचे आवरण व त्याभोवती चिलखती आच्छादन (Shield) असते. केबल संतुलित असो किंवा असंतुलित असो, केबलच्या चिलखती आच्छादनाची जोडणी नेहमी जमिनीशी केली जाते.



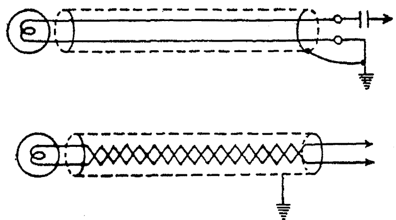
आकृती ६–१

आकृती ६–१ (अ) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे असंतुलित केबलमध्ये चिलखती आच्छादनाची जोडणी मायक्रोफोनशी एकसरी पद्धतीने (Series) होते व ह्या चिलखती आच्छादनाचा मायक्रोफोनच्या विद्युत मंडलात समावेश होतो. अशी केबल ट्रॅन्सफॉर्मर्स किंवा इलेक्ट्रिक मेन्स तारांच्या सान्निध्यात असेल तर अशा केबलमध्ये गुणगुण आवाजाच्या (Hum) लहरी प्रवर्तित होण्याची शक्यता असते. व मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युत लहरींशी त्यांचे मिश्रण झाल्याने ॲम्प्लिफायर विभागातर्फे त्या प्रवर्धित झाल्याने बऱ्याच जास्त पातळीवरील गुणगुण आवाजाची पुनरुत्पत्ती होऊ शकते. अशी केबल जर चुकून शक्तिमान प्रवाह लहरी वाहून नेणाऱ्या जोडतारांच्या (उदाहरणार्थ लाऊडस्पीकरच्या जोडतारांच्या) सान्निध्यात असेल तर ॲम्प्लिफायरमधून शिट्या व कर्कश आवाज ऐकू येण्याची शक्यता असते.

आकृती ६–१ (ब) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे संतुलित केबलमध्ये मायक्रोफोनच्या विद्युत मंडलात फक्त प्रवाहवाहक जोडतारांचाच समावेश होतो, केबलवरील चिलखती आच्छादनाचा होत नाही. त्यामुळे बाह्यतः प्रसृत होणाऱ्या विद्युतलहरींचा (radiated waves) केबलला उपसर्ग पोहोचत नाही. शिवाय ह्या प्रवाहवाहक तारांमध्ये प्रवर्तनामुळे गुणगुण आवाजाच्या लहरी जरी प्रवर्तित झाल्या तरी एका तारेतील अशा लहरी दुसऱ्या तारेतील लहरींना मारक होतात व त्यामुळे गुणगुण आवाजाच्या लहरींचा उपद्रव होत नाही.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत केबलची लांबी जेव्हा कमी असते तेव्हा गुणगुण आवाजाच्या (Hum) लहरी केबलमध्ये प्रवर्तित होण्याची शक्यता बरीच कमी असते. अशा परिस्थितीत असंतुलित केबल वापरण्यास हरकत नसते. परंतु जेव्हा बऱ्याच लांबीच्या केबलचा वापर आवश्यक असतो तेव्हा गुणगुण आवाजाच्या (Hum) लहरींचा उपद्रव टाळण्यासाठी संतुलित केबलचा उपयोग करणे इष्ट असते.

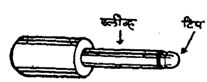
दोन प्रवाहवाहक तारा असलेल्या चिलखती केबलमध्ये (twin-shielded cable) दोन्ही प्रवाहवाहक तारांची गुंफण केलेल्या (twisted) केबलचा एक प्रकार आहे. गुंफण न केलेल्या साध्या चिलखती केबलची (twin-shielded cable) आणि गुंफण केलेल्या चिलखती केबलची (twin-twisted cable) चित्रे आकृती ६–२ मध्ये दर्शविली आहेत. तारेची गुंफण केलेली असल्यास गुणगुण आवाजाच्या (Hum) लहरी केबलमध्ये प्रवर्तित होण्यास अधिक प्रतिबंध केला जातो. त्या दृष्टीने गुंफण केलेल्या प्रवाहवाहक तारा असलेली चिलखती केबल (twin-twisted shielded cable) अधिक सरस असते. पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे केबलच्या चिलखती आच्छादनाची जमिनीशी जोडणी केलेली असली म्हणजे बाह्यतः प्रसृत होणाऱ्या विद्युतलहरींच्या खरखराटाचा(electric radiated noise) उदाहरणार्थ टच्यूब लाईट, न्यूऑन दिवे इत्यादी साधनांपासून प्रसृत होणाऱ्या खरखराटाच्या लहरींचा मायक्रोफोन केबलला उपसर्ग पोहोचू शकत नाही. त्या दृष्टीने केबलच्या चिलखती आच्छादनाची जमिनीशी जोडणी करणे फार महत्त्वाचे असते.



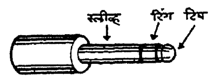
आकृती ६–२

मायक्रोफोन प्लग

आकृती ६–३ मध्ये असंतुलित केबलसाठी वापरला जाणारा दोन संपर्क जोड (two-contact) असलेला व आकृती ६–४ मध्ये संतुलित केबलसाठी वापरला जाणारा तीन संपर्क जोड (three-contact) असलेला "जॅक प्लग" दर्शविला आहे. दोन्ही प्रकारच्या प्लगमध्ये सर्व संपर्क जोड एकमेकांपासून विद्युतदृष्टचा विभक्त ठेवलेले असतात. आकृती ६–३ मध्ये दर्शविलेल्या प्लगच्या अग्रभागाच्या संपर्क जोडास इंग्रजीत "टिप" (tip) म्हणतात. ह्या भागास असंतुलित केबलची प्रवाहवाहक तार जोडलेली असते. प्लगच्या बाह्य नळीच्या संपर्क जोडास इंग्रजीत "स्लीव्ह" (sleeve) म्हणतात. ह्या भागास केबलचे चिलखती आच्छादन जोडलेले असते. आकृती ६–४ मध्ये दर्शविलेल्या प्लगच्या बाबतीत प्लगच्या "टिप" व "स्लिव्ह" ह्यामध्ये अधिक एक संपर्क जोड समाविष्ट केलेला असतो. ह्या भागास इंग्रजीत "रिंग"(Ring) असे म्हणतात. संतुलित केबलची एक प्रवाहवाहक तार "टिप" ला व दुसरी प्रवाहवाहक तार "रिंग" ला जोडलेली असते. केबलचे चिलखती आच्छादन "स्लीव्ह" ला जोडलेले असते.

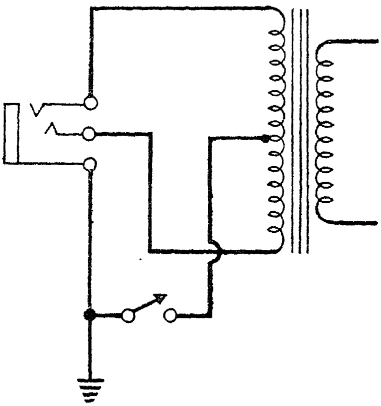


आकृती ६–३



आकृती ६–४

आकृती ६–५ मध्ये वरील दोन्ही प्रकारचे जॅक प्लग बसविण्यासाठी वापरली जाणारी तीन संपर्क बिंदू असलेली "जॅक सॉकेट" दर्शविली आहे. अशी जॅक सॉकेट मिक्सर किंवा ॲम्प्लिफायरच्या दर्शनी भागावर बसविलेली असते. असंतुलित केबलसाठी वापरला जाणारा जॅक प्लग अशा सॉकेटमध्ये बसविला म्हणजे प्लगच्या "टिप" ची जोडणी सॉकेटच्या मध्य संपर्क बिंदूशी होते व "स्लीव्ह" ची जोडणी सॉकेटच्या चासीसशी जोडलेल्या गोलाकार पट्टीतर्फे जमिनीशी होते. संतुलित केबलसाठी वापरला जाणारा जॅक प्लग अशा सॉकेटमध्ये बसविला म्हणजे "टिप" व "रिंग" ची जोडणी सॉकेटच्या दोन संपर्क बिंदूशी व "स्लीव्ह" ची जोडणी सॉकेटच्या चासीसशी जोडलेल्या गोलाकार पट्टीतर्फे जमिनीशी होते. स्विच बंद केला जातो.



आकृती ६–५

लाऊडस्पीकर जोडणीसाठी जोडतारा

लाऊडस्पीकरची जोडणी करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या जोडतारांविषयी सामान्य माहिती प्रकरण २ मध्ये दिलेली आहे. लाऊडस्पीकरची जोडणी ॲम्प्लिफायरपासून कित्येकदा हजारो फूट अंतरावर केली जात असल्याने जोडतारांच्या विरोधाच्या (Resistance) प्रश्नास सहाजिकच बरेच महत्त्व प्राप्त होते. उदाहरणार्थ, १४/००७६ तारेचा विरोध दर १०० फुटास ४ ओह्म असतो व अशा दोन तारांचा एकूण विरोध ८ ओह्म असतो. अशा जोडतारेशी ४ ओह्म संरोधनाच्या लाऊडस्पीकरची जोडणी केली तर लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईल व जोडतारा ह्यांचा एकूण विरोध १२ ओह्म होतो व ८ ओह्म विरोधाच्या जोडतारांमध्ये विद्युतबलाचा ८/१२ म्हणजे २/३ ह्या प्रमाणात अपव्यय होतो व त्यामुळे फक्त उरलेले १/३ विद्युतबलच लाऊडस्पीकर कार्यासाठी उपलब्ध होते. जोडतारांची लांबी जेव्हा बरीच जास्त असते तेव्हा जोडतारांमधील होणाऱ्या अपव्ययानंतर लाऊडस्पीकर कार्यासाठी उपलब्ध होणाऱ्या विद्युतबलात अधिकच घट निर्माण होते. जास्त लांबीच्या जोडतारांचा वापर करताना निर्माण होणाऱ्या विद्युतबलाची समस्या सोडविण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या उपाययोजनांविषयीचे विवेचन प्रकरण ७ मध्ये केले आहे.

□ □ □

प्रकरण ७

ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेची उभारणी—काही संकेत, काही समस्या

मायक्रोफोन्स, मायक्रोफोन मिक्सर, ॲम्प्लिफायर, लाऊडस्पीकर्स आणि ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या इतर साधनसामग्रीविषयीचे प्रकरण ३ ते प्रकरण ६ मध्ये केलेले तांत्रिक विवेचन संपले. आता ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत ह्या उपकरणांची व साधनसामग्रीची प्रसंगानुरूप कशी निवड केली जाते व ह्या उपकरणांची जोडणी व उभारणी करताना ज्या नियमांचे व पथ्यांचे पालन करणे आवश्यक असते ह्या विषयीचे व त्या अनुषंगाने इतरही काही तांत्रिक प्रश्नांचे ह्या प्रकरणात विवेचन केले आहे.

योग्य मायक्रोफोनची निवड

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत विशिष्ट कार्यक्रमानुसार योग्य अशा मायक्रोफोनची निवड करावी लागते. मायक्रोफोनची निवड करताना पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे (१) मायक्रोफोनच्या दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रतेचा (Directional property) (२) मायक्रोफोनच्या ध्वनिकंप्रता प्रतिसादाचा (Frequency Response) (३) संरोधनाच्या जुळवणीचा (Impedance matching) आणि त्या अनुषंगाने (४) मायक्रोफोन व ॲम्प्लिफायर ह्यामधील जोडणीच्या अंतराचा विचार करावा लागतो.

योग्य निवड करण्यासाठी कसोटी

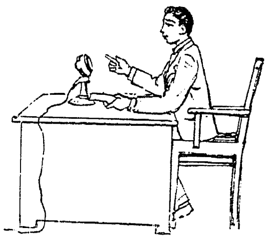
पूर्वी प्रकरण ३ मध्ये विवेचन केल्याप्रमाणे संगीताचे कार्यक्रम क्षेपित करण्यासाठी, मग ते कार्यक्रम बंदिस्त जागेतील असोत किंवा खुल्या जागेतील असोत, केवळ संभाषणाच्या कार्यक्रमासाठी वापरल्या जाणाऱ्या मायक्रोफोन्सपेक्षा जास्त विस्तृत व समसमान ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद असलेल्या मायक्रोफोनचा वापर करणे आवश्यक असते. त्या दृष्टीने संगीत कार्यक्रमांसाठी विस्तृत व समसमान ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद असलेल्या मायक्रोफोनची निवड करण्याची दक्षता घेतली पाहिजे.

मायक्रोफोनची निवड करताना दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रतेचा विचारही महत्त्वाचा असतो. एक सर्वसामान्य नियम म्हणून असे म्हणता येईल की ज्या कार्यक्रमात सभोवतालचे आवाज (ambient sounds) न झेलले जावेत त्याचप्रमाणे ध्वनिप्रतिपुष्टी (Acoustic feedback) शक्यतो टाळली जावी अशी अपेक्षा असते त्यावेळी एकदिश (Uni-directional) ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या मायक्रोफोनचा वापर करणे इष्ट असते. असे प्रसंग ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत जास्त वेळा येतात. परंतु कित्येकदा मात्र सभागृहात घुमणारे आवाज म्हणजे ध्वनिनिनाद (Reverberation) मायक्रोफोनमध्ये टिपले जाणे इष्ट असते. उदाहरणार्थ, संगीताच्या कार्यक्रमात, असे सभागृहातील आवाज मायक्रोफोनमध्ये झेलले गेले तर कार्यक्रमात नैसर्गिकपणा व एक प्रकारे जिवंतपणा निर्माण होतो. अशा परिस्थितीत बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचा मायक्रोफोन वापरण्यास हरकत नसते. अर्थात अशा कार्यक्रमांचे वेळीही जर ध्वनिप्रतिपुष्टीचे अरिष्ट निर्माण होत असेल तर एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचा मायक्रोफोन वापरण्याव्यतिरिक्त गत्यंतर नसते. दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या दृष्टीने योग्य अशा मायक्रोफोनची कशी निवड करावी ह्या विषयी ध्वनि तंत्रज्ञास चांगली कल्पना येण्यासाठी काही निवडक व्यावहारिक प्रसंगांची उदाहरणे पुढील काही परिच्छेदांमध्ये दिलेली आहेत.

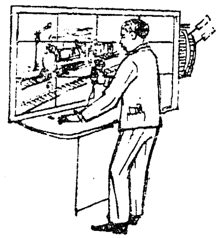
काही निवडक व्यावहारिक प्रसंग

(१) निवेदने, घोषणा वगैरेसाठी योग्य मायक्रोफोन

सभोवतालचे वातावरण शांत असेल तर बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचा मायक्रोफोन वापरण्यास हरकत नसते. आकृति ७–१ पाहा. परंतु भोवतालच्या वातावरणातील गोंगाट गलबल्याची पातळी जर जास्त असेल (उदाहरणार्थ, रेल्वे स्टेशन, आकृती ७–२ पाहा) तेव्हा एकदिश



आकृती ७–१

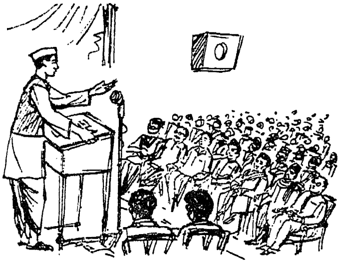


आकृती ७–२

ध्वनिग्रहणपात्रतेचा छोटा हँड मायक्रोफोन वापरणे आवश्यक असते. असा मायक्रोफोन सभोवतालच्या आवाजांना संवेदनशील नसल्याने निवेदकाचा आवाज स्वच्छ व स्पष्टपणे ऐकू येतो. निवेदकाचे संभाषण, घोषणा थांबवून मायक्रोफोन बाजूला ठेवला की सर्वत्र शांतता पसरते.

(२) सभा, संभाषणे, मुलाखतींसाठी योग्य मायक्रोफोन

रेडिओ प्रक्षेपण किंवा ध्वनिमुद्रणासाठी जेव्हा वक्त्याच्या संभाषणाच्या समवेत सभागृहातील ध्वनिनिनाद (Reverberation) त्याचप्रमाणे श्रोतृसमुदायाकडून मिळणारा प्रतिसाद



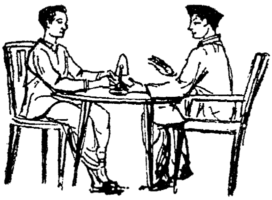
आकृती ७–३



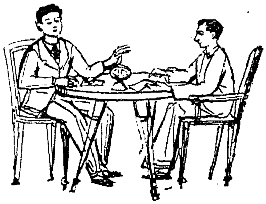
आकृती ७–४

(प्रशंसोग्दार, तारीफ, वाहवा) वगैरे आवाज झेलणे जेव्हा इष्ट असते तेव्हा उच्च दर्जाच्या व वक्त्यापुढील बाजूवरून ध्वनिलहरींना (विशेषतः उच्च कंपनसंख्येच्या ध्वनिलहरींना) अधिक संवेदनशील असलेल्या बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचा मायक्रोफोनचा वापर करणे इष्ट असते. आकृती ७–३ पाहा. परंतु सभागृहातील आवाज व श्रोतृसमुदायातील गोंगाट-गलबल्याचे आवाज झेलणे जेव्हा इष्ट नसते किंवा ध्वनिप्रतिपुष्टी (Acoustic feedback) निर्माण होण्याची जेव्हा शक्यता असते (उदाहरणार्थ, सभागृहातील मेजवानी, पाटर्या वगैरे समारंभाच्या वेळी होणाऱ्या संभाषणाचे प्रसंग) तेव्हा एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या मायक्रोफोनचाच वापर करणे इष्ट असते. आकृती ७–४ पाहा.

दोन व्यक्ती एकमेकांच्या समोरासमोर बसून संवाद करीत असतील तर द्विदिश (Bi-directional) ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या मायक्रोफोनचा वापर अशा प्रसंगांसाठी आदर्श समजला जातो. एक विशेष फायदा म्हणजे संभाषण करणाऱ्या एकमेकांसमोरील व्यक्तींना एकमेकांपासून योग्य अंतरावर मजेत बसता येते, दोघांना एकमेकांचे चेहरे दिसण्यात अडथळा येत नाही व आवश्यक तेव्हा प्रेक्षकांकडे पाहण्यातही अडचण येत नाही. शिवाय मायक्रोफोनची अशी स्थापना करता येते की त्याच्या पार्श्वबाजूवरून येणाऱ्या श्रोत्यांतील गोंगाट गलबल्याचे मायक्रोफोनमध्ये ग्रहण होऊ नये. संभाषण करणाऱ्या व्यक्तींना फक्त एक खबरदारी द्यावी लागते आणि ती म्हणजे मायक्रोफोनच्या आवाज झेलण्याच्या कक्षेबाहेर त्यांनी जाता कामा नये.



आकृती ७–५



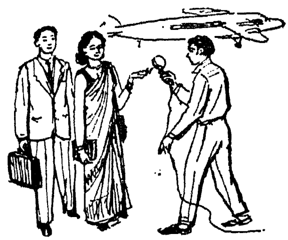
आकृती ७–६

दोन व्यक्ती एकमेकांच्या समोरासमोर बसण्याऐवजी एकमेकाच्या नजीक शेजारी बसलेल्या असतील (आकृती ७-६ पाहा) तर कधी कधी एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या मायक्रोफोनचा वापर करता येतो व सभागृहात विशेषतः ध्वनिनिनाद (Reverberation) उत्पन्न होत असेल तर तो टाळता येतो.

एखाद्या व्यक्तीची मुलाखत घेतेवेळी सभोवतालचे वातावरण जर शांत असेल तर बहुदिश ध्वनि ग्रहणपात्रता असलेला (Omni–directional) मायक्रोफोन वापरण्यास हरकत नसते (आकृती ७–७ पाहा) परंतु सभोवतालच्या गोंगाट-गलबल्याची पातळी जास्त असेल तर एकदिश ध्वनिग्रहण



आकृती ७–७



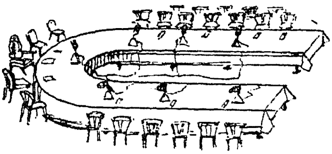
आकृती ७–८

पात्रतेच्या मायक्रोफोनचाच वापर करणे इष्ट असते. असा मायक्रोफोन मुलाखत देणाऱ्या व्यक्तीच्या चेहऱ्यापुढे योग्य अंतरावर धरला तर सभोवतालचे आवाज टाळून फक्त संभाषणाच्या ध्वनिलहरी टिपता येतात. आकृती ७–८ पाहा.

लहानशा गोलमेज परिषदेसाठी सामान्यतः बहुदिश (Omni directional) ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या मायक्रोफोन वापरला जातो. आकृती ७–९ पाहा. परंतु मोठ्या परिषदेसाठी सामान्यतः अनेक मायक्रोफोन्स वापरणे इष्ट असते. आकृती ७–१० पाहा. अशी व्यवस्था केली म्हणजे



आकृती ७–९



आकृती ७–१०

संभाषण करणाऱ्या निरनिराळ्या प्रत्येक व्यक्ती व मायक्रोफोन ह्यामध्ये कमी अंतर ठेवता येते. सामान्यतः एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या मायक्रोफोन्सचाच वापर ह्यासाठी केला जातो.

अनेक मायक्रोफोन्स वापरण्यात मात्र अडचणी येतात. सर्व मायक्रोफोन्स काटेकोरपणे समान संवेदनशीलतेचे असल्याशिवाय एकाच ॲम्प्लिफायरशी त्यांची जोडणी करणे व एकाच व्हॉल्यूम कंट्रोलच्या सहाय्याने त्या सर्वांची ध्वनिपातळी नियंत्रित करणे सामान्यतः शक्य नसते. कारण एखादा मायक्रोफोन जरी जास्त संवेदनशील असेल तरी आवाजाची पातळी मर्यादेबाहेर वाढल्यामुळे सभागृहात ध्वनिप्रतिपुष्टी निर्माण होण्याची शक्यता असते. ह्या अडचणीवर एक तोडगा म्हणजे प्रत्येक मायक्रोफोनचा आवाज नियंत्रित करण्यासाठी स्वतंत्र व्हॉल्यूम कंट्रोल वापरून ध्वनिप्रतिपुष्टीवर नियंत्रण ठेवणे. दुसरा तोडगा म्हणजे प्रत्येक मायक्रोफोन एका वेळी एकच असा फक्त गरजेनुसार वापरला जाईल अशी खास व्यवस्था करणे.

नाटकाचे कार्यक्रमासाठी योग्य मायक्रोफोन

नाट्यगृहात स्टेजच्या फूटलाईटपाशी बसविलेले मायक्रोफोन्स एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचे असतात. त्यामुळे नाट्यगृहातील गोंगाट गलबल्यास किंवा नाट्यगृहांतील दुमदुमणाऱ्या ध्वनिनिनादास अशा मायक्रोफोनमध्ये प्रतिसाद मिळत नाही आणि साहाजिकच त्यामुळे ध्वनिप्रतिपुष्टीचे संकटही निर्माण होत नाही, परंतु स्टेजवर काम करणाऱ्या नटांना मात्र स्वैरपणे स्टेजवर हिंडता फिरता येऊनही त्यांचे आवाज स्वच्छ व स्पष्टपणे टिपले जातात. स्टेजच्या विंगमध्ये बसविलेले मायक्रोफोन्स मात्र उत्तम दर्जाचे बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचे मायक्रोफोन्स असतात. त्याचप्रमाणे "साऊंड इफेक्ट" साठी स्टेजच्या मागील बाजूवर वापरलेले मायक्रोफोन्सही सामान्यतः बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचे असतात. आकृती ७–११ पाहा.



आकृती ७–११

वाद्य कलाकार, वाद्यवृंदाच्या कार्यक्रमासाठी योग्य मायक्रोफोन

वाद्य कलाकारांच्या कार्यक्रमासाठी एक अगदी साधी व्यवस्था म्हणजे कलाकाराजवळ वरील बाजूस योग्य जागी एखादा बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचा मायक्रोफोन टांगता ठेवणे. आकृती ७–१२ पाहा.



आकृती ७–१२



आकृती ७–१३

परंतु सभागृहामध्ये जर ध्वनिप्रतिपुष्टी निर्माण होण्याची शक्यता असेल तर मात्र एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या मायक्रोफोनचाच वापर करणे इष्ट असते. असा मायक्रोफोन कलाकारापुढे उभा करता येतो. आकृती ७–१३ पाहा.



आकृती ७–१४

वाद्यवृंदाच्या कार्यक्रमासाठी वाद्य कलाकारांच्या नजीक वर बाजूस एखादा बहुदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचा मायक्रोफोन टांगता ठेवण्याची व्यवस्था करता येते. परंतु सभागृहात ध्वनिप्रतिपुष्टी निर्माण होण्याची शक्यता असेल तर गोलाकार बसलेल्या वाद्य कलाकांरासमोर संवेदनशील असा एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेचा मायक्रोफोन बसविण्याव्यतिरिक्त गत्यंतर नसते. आकृती ७–१४ पाहा.

संरोधनाची जुळवणी (Impedance Matching)

विद्युतशास्त्रातील एका महत्त्वाच्या नियमाप्रमाणे विद्युतशक्तीचे एका विद्युत मंडलामधून दुसऱ्या विद्युत मंडलाकडे संपूर्ण स्थलांतर करण्याच्या उद्देशाने दोन विद्युत मंडलांची जोडणी करावयाची असेल तर दोन विद्युत मंडलांचे संरोधन (Impedance) समान असणे अत्यावश्यक असते. हा नियम मायक्रोफोन व ॲम्प्लिफायर ह्यांच्या जोडणीचे बाबतीतही लागू पडतो. मायक्रोफोनमध्ये निर्माण होणाऱ्या विद्युत लहरींचा अपव्यय न होऊ देता त्यांची ॲम्प्लिफायर विभागाकडे रवानगी करावयाची असल्यास मायक्रोफोनचे संरोधन ॲम्प्लिफायर विभागाच्या/मिक्सर विभागाच्या पूर्व-जोडणी मंडलाच्या संरोधनाइतके असणे आवश्यक असते. ते नसेल तर मायक्रोफोनचे कार्य नीट होणार नाही. उदाहरणार्थ, कमी संरोधनाच्या मायक्रोफोनची जोडणी जर जास्त संरोधनाच्या ॲम्प्लिफायर/मिक्सरच्या पूर्वजोडणी मंडलाशी केली तर मायक्रोफोनमधील विद्युतलहरींचा ॲम्प्लिफायर/मिक्सरच्या पूर्वविभागाशी बऱ्याच कमी प्रमाणात विद्युतदाब संबंधित केला जातो

व त्यामुळे त्यांच्या प्रवर्धनात घट होते. उलट पक्षी, जास्त संरोधनाच्या मायक्रोफोनची जोडणी जर कमी संरोधनाच्या ॲम्प्लिफायर/मिक्सरच्या पूर्वजोडणी मंडलाशी केली तर मायक्रोफोनमधील विद्युतलहरींना ॲम्प्लिफायर/मिक्सरच्या पूर्वजोडणी विभागाच्या कमी संरोधनामुळे एक प्रकारे संक्षिप्त मंडल (Short Circuit) निर्माण होऊन विद्युत लहरींचे योग्य स्थलांतर तर होत नाहीच, परंतु त्यांचा दर्जाही बराच खालावतो.

दोन विभिन्न संरोधनांच्या जोडणींसाठी योग्य व जुळेशा ट्रॅन्सफॉर्मरचा उपयोग केला जातो. ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉईलच्या वेढ्यांची संख्या जेव्हां प्रायमरी कॉईलच्या वेढ्यांच्या संख्येपेक्षा जास्त असते तेव्हा सेकंडरी कॉईलमध्ये प्रायमरी कॉईलच्या दृष्टीने जास्त विद्युतदाब परंतु कमी विद्युत प्रवाह प्रवर्तित होतो, म्हणजेच सेकंडरी कॉईलचे संरोधन जास्त असते. उलट पक्षी, सेकंडरी कॉईलच्या वेढ्यांची संख्या प्रायमरी कॉईलच्या वेढ्यांच्या संख्येपेक्षा कमी असते तेव्हा प्रायमरी कॉईलच्या दृष्टीने सेकंडरी कॉईलमध्ये कमी विद्युतदाब व जास्त विद्युतप्रवाह प्रवर्तित होतो, म्हणजेच सेकंडरी कॉईलचे संरोधन कमी असते. तात्पर्य, एका विद्युत मंडलाचे संरोधन दुसऱ्या विद्युत मंडलाशी जुळेसे करण्यासाठी ट्रॅन्सफॉर्मर एक फार सोयीस्कर साधन असते. दोन विभिन्न संरोधनांच्या जुळवणी-साठी योग्य व जुळेशा अशा ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्रायमरी व सेकंडरी कॉईलच्या वेढ्यांचे गुणोत्तर खालील सूत्राने काढता येते :—

$$\frac{\text{प्रायमरी कॉईलच्या वेढ्यांची संख्या}}{\text{सेकंडरी कॉईलच्या वेढ्यांची संख्या (Turns Ratio)}} = \sqrt{\frac{\text{प्रायमरी कॉईलचे संरोधन}}{\text{सेकंडरी कॉईलचे संरोधन}}}$$

मायक्रोफोनचे संरोधन व ॲम्प्लिफायर/मिक्सरच्या पूर्वजोडणी मंडलाचे संरोधन जेव्हा विभिन्न असते तेव्हा मायक्रोफोन व ॲम्प्लिफायर/मिक्सरची जोडणी करण्यासाठी जुळेशा ट्रॅन्सफॉर्मरचा (Matching transformer) वापर करणे आवश्यक असते.

मायक्रोफोन-ॲम्प्लिफायर जोडणीतील अंतर

मायक्रोफोनच्या संरोधनाची निवड एका दृष्टीने मायक्रोफोन व ॲम्प्लिफायर ह्यामध्ये किती अंतर आहे म्हणजे जोडणी किती लांबीची आहे ह्यावर अवलंबून असते.

कमी संरोधनाच्या म्हणजे ५० ओहम किंवा त्यापेक्षा कमी संरोधनाच्या मायक्रोफोन्सचा एक तोटा म्हणजे मायक्रोफोन जर ॲम्प्लिफायरपासून लांब अंतरावर (सुमारे १०० फुटांपेक्षा जास्त अंतरावर) असेल तर मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न झालेल्या विद्युतलहरींचा अपव्यय (loss) होतो. असा अपव्यय टाळण्यासाठी जास्तीत जास्त जाड तारेचा वापर केलेली केबल वापरणे आवश्यक असते. दुसरा एक तोटा म्हणजे केबलमध्ये चुंबकीय प्रवर्तनाने (Magnetic Induction) निर्माण झालेल्या विद्युत-लहरींचा बराच उपद्रव होण्याची शक्यता असते. त्यामुळे अशी केबल इलेक्ट्रिक मोटारी, ट्रॅन्सफॉर्मर्स आदी करून विद्युत उपकरणांपासून अलिप्त ठेवावी लागते. नाही तर केबलमध्ये ह्या उपकरणांच्या चलत् चुंबकीय क्षेत्रामुळे गुणगुण आवाजाच्या लहरी (Hum) प्रवर्तित होण्याचा धोका असतो. कमी अंतरावरील जोडणीसाठी मात्र कमी संरोधनाचा मायक्रोफोन किफायतशीर असतो कारण अशा जोडणीसाठी गुंफण केलेल्या जोडतारा असलेल्या चिलखती केबलऐवजी (Twin-twisted shielded cable) साधी गुंफण न केलेली जोडतार वापरणे शक्य असते.

जास्त संरोधनाच्या म्हणजे १०,००० ओहम किंवा त्यापेक्षा जास्त संरोधनाच्या मायक्रोफोन्सचा एक तोटा म्हणजे ॲम्प्लिफायर व मायक्रोफोन ह्यामध्ये जास्त अंतर (म्हणजे २० ते ३० फुटांपेक्षा जास्त अंतर) असेल तर मायक्रोफोनमधील विद्युतलहरींच्या द्रुत कंपनसंख्येच्या लहरींचा केबलच्या

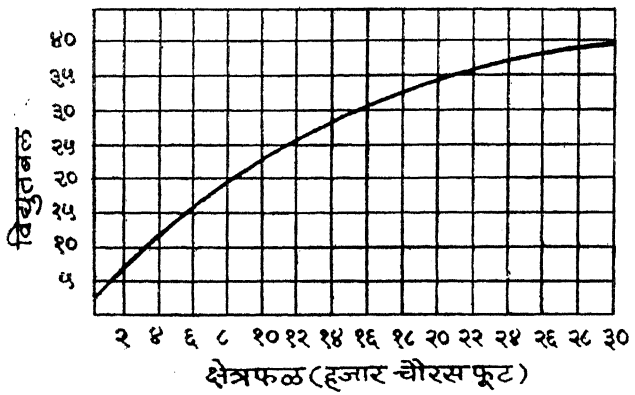
धारणशक्तीमुळे (Capacitance) लोप होण्याचा संभव असतो. दुसरा एक तोटा म्हणजे अशा-केबलमध्ये ट्यूब लाईट, न्यूऑन जाहिराती वगैरेसारख्या विद्युत साधनांपासून बाह्यतः प्रसृत होणाऱ्या विद्युत खरखराटाच्या लहरी (Noise) झेलल्या जाऊन त्यांचा उपद्रव होण्याची फार शक्यता असते. कमी अंतरावरील जोडणीसाठी (म्हणजे २० ते ३० फुटांपर्यंत जोडणीसाठी) मध्यवर्ती एक प्रवाहवाहक तार असलेली चिलखती केबल (Single shielded cable) वापरता येते.

१२५, १५०, २५०, ५०० किंवा ६०० ओहम संरोधनाचे मायक्रोफोन्स मध्यम संरोधनाचे किंवा इंग्रजीत ज्यांना "लाइन इंपिडन्स" मायक्रोफोन्स म्हणतात अशा वर्गात जमा होतात. अशा मायक्रोफोन्सचे बाबतीत कमी किंवा जास्त संरोधनांविषयीच्या ज्या मर्यादा वर निर्देशित केल्या आहेत त्या लागू पडत नाहीत. ॲम्प्लिफायरपासून हजारो फूट अंतरावर अशा मायक्रोफोन्सची जोडणी करता येते. विद्युतलहरींचा अपव्यय कमी प्रमाणात होण्यासाठी अशा जोडणीकरता मात्र उत्तम दर्जाची गुंफण केलेली चिलखती केबल (twin-twisted shielded cable) वापरणे इष्ट असते.

ॲम्प्लिफायर विभागाची निवड व स्थापना

योग्य विद्युतबलाच्या ॲम्प्लिफायरची निवड

ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेची प्रत्यक्ष उभारणी करण्यापूर्वी विवक्षित स्थळी आवाज आवश्यक तेवढ्या उच्च पातळीपर्यंत प्रवर्धित करू शकेल अशा योग्य विद्युतबलाच्या ॲम्प्लिफायरची निवड करणे अत्यावश्यक असते. ॲम्प्लिफायर विभागाचे विद्युतबल ठरविताना विशिष्ट स्थळी गोंगाट गलबला किती प्रमाणात असेल ह्याचाही विचार करावा लागतो. ज्या ठिकाणी गोंगाट गलबला जास्त प्रमाणात असेल अशा ठिकाणी जास्त विद्युतबलाच्या ॲम्प्लिफायर विभागाचा वापर करावा लागतो, कारण ॲम्प्लिफायर विभागात प्रवर्धित केलेल्या ध्वनिलहरींनी जर अशा गोंगाट गलबल्यावर मात केली तरच श्रोतृसमुदायाला क्षेपित कार्यक्रम नीटपणे ऐकू येणे शक्य होते. ॲम्प्लिफायर विभागासाठी आवश्यक असलेले विद्युतबल लाऊडस्पीकर्सच्या कार्यक्षमतेशीही (Loud-speaker efficiency) निगडित असते. लाऊडस्पीकर्सची कार्यक्षमता जितकी अधिक, तितके कितीतरी अधिक कमी विद्युतबल ॲम्प्लिफायर विभागासाठी पुरेसे होते.

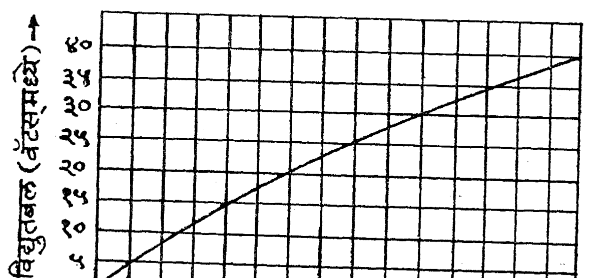


आकृती ७–१५

ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेच्या विशिष्ट कार्यक्रमासाठी किती विद्युतबलाचा ॲम्प्लिफायर वापरावा हा प्रश्न ध्वनितंत्रज्ञांपुढे नेहमी उभा राहतो. ॲम्प्लिफायरचे विद्युतबल किती असावे हे ज्या जागी ध्वनिक्षेपण करावयाचे असेल त्या जागेच्या व्याप्तीवर किंवा क्षेत्रफळावर अवलंबून असते. ध्वनिक्षेपण जेव्हा खुल्या जागी (Outdoor)

करावयाचे असते तेव्हा श्रोतृसमुदायाने व्यापलेल्या जागेच्या चौरस क्षेत्रफळावरून (Square area) ॲम्प्लिफायरचे विद्युतबल ठरविता येते. आकृती ७-१५ मध्ये श्रोतृसमुदायाने व्यापलेल्या जागेचे क्षेत्रफळ व ॲम्प्लिफायरचे आवश्यक विद्युतबल ह्यांचे नाते दर्शविणारा आलेख दिला आहे. श्रोतृसमुदायाने व्यापलेल्या जागेच्या क्षेत्रफळाचे अजमासे गणित करून विशिष्ट स्थळी किती विद्युतबलाचा ॲम्प्लिफायर वापरला पाहिजे हे ह्या आलेखाच्या सहाय्याने ध्वनितंत्रज्ञास तात्काळ ठरविता येईल. उदाहरणार्थ, अशी कल्पना करा की, एखाद्या विशिष्ट स्थळी श्रोतृसमुदायाने व्यापलेल्या जागेची लांबी १०० फूट व रुंदी ८० फूट आहे. अशा जागेचे चौरस क्षेत्रफळ ८,००० चौरस फूट असल्याने अशा क्षेत्रफळासाठी २० वॅट विद्युतबलाच्या ॲम्प्लिफायरची गरज आहे हे आलेखावरून दिसून येईल. परंतु ह्या आलेखाचा उपयोग करताना सामान्यतः आलेखातील निर्देशित विद्युतबलापेक्षा सुमारे २० टक्के अधिक विद्युत-बलाचा ॲम्प्लिफायर वापरला पाहिजे. अशी थोडी माया (Margin) ठेवणे आवश्यक असते. कारण ॲम्प्लिफायर विभागाशी केलेल्या उपकरणांच्या जोडणीमध्ये (Coupling) होणाऱ्या विद्युतशक्तीच्या अपव्ययाची त्याचप्रमाणे लाऊडस्पीकरच्या जोडतारांमध्ये खर्ची जाणाऱ्या विद्युतबलाची तूट भरून काढण्यासाठी अशी तरतूद करावी लागते. वरील उदाहरणात २० टक्के माया राखण्यासाठी २४ वॅट विद्युतबलाचा ॲम्प्लिफायर वापरावा लागेल. परंतु २४ वॅट विद्युत-बलाचा ॲम्प्लिफायर बाजारात मिळत नसल्याने त्याऐवजी बाजारात सामान्यतः उपलब्ध असलेल्या २५ वॅट विद्युतबलाच्या ॲम्प्लिफायरचा वापर करावा लागेल.

ध्वनिक्षेपण जेव्हा बंदिस्त जागेमध्ये (Indoor) करावयाचे असते तेव्हा जागेच्या क्षेत्रफळाऐवजी सभागृहातील किंवा थिएटरमधील उपस्थित श्रोत्यांच्या संख्येवरून किंवा बैठकीच्या/खुर्च्यांच्या संख्येवरून ॲम्प्लिफायरचे विद्युतबल ठरविले जाते. अर्थात हे ठरविताना सभागृहातील किंवा थिएटरमधील भिंती, पडदे, खुर्च्या किंवा इतर सजावटीमुळे ध्वनिलहरींचे काही प्रमाणात शोषण (absorption) होऊन त्या कमजोर होण्याची शक्यता असते त्याचा विचार करावा लागतो व त्यासाठी २० टक्के माया राखावी लागते. आकृती ७-१६ मध्ये १५,००० पर्यंत संख्येत उपस्थित असलेल्या श्रोतृ-समुदायासाठी आवश्यक असलेल्या ॲम्प्लिफायरच्या विद्युतबलासाठी आलेख दर्शविला आहे. ह्या आलेखाप्रमाणे १५,००० श्रोत्यांसाठी ४० वॅट विद्युतबलाचा, १०,००० श्रोत्यांसाठी ३० वॅट विद्युतबलाचा, ५,००० श्रोत्यांसाठी २० वॅट विद्युतबलाचा, १,००० ते ३,०००



आकृती ७–१६

श्रोत्यांसाठी १० वॅट विद्युतबलाचा व १,००० आणि त्यापेक्षा कमी श्रोत्यांसाठी ५ वॅट विद्युतबलाचा ॲम्प्लिफायर वापरणे आवश्यक असते.

श्रोत्यांची संख्या जर १५,००० पेक्षा जास्त, समजा, ३०,००० असेल तर ४० वॅट विद्युतबलाच्या दुप्पट म्हणजे ८० वॅट विद्युतबलाचा ॲम्प्लिफायर वापरला पाहिजे. अशा परिस्थितीत ८० वॅटच्या एका ॲम्प्लिफायरऐवजी ४० वॅट विद्युतबलाचे दोन ॲम्प्लिफायर वापरले तर ध्वनिलहरींचे श्रोतृसमुदायात समान वितरण करणे सोयीचे होते.

हल्ली बंदिस्त जागी स्तंभाच्या लाऊडस्पीकर्सचा (Column loudspeakers) वापर बराच प्रचलित होऊ लागल्याने व त्यामानाने अधिक विद्युतबलाचा वापर केला जात असल्याने वर दिलेला आलेख अशा व्यवस्थांसाठी उपयुक्त होणार नाही. अशा व्यवस्थांसाठी एक स्थूल मोजमाप द्यावयाचे झाल्यास असे म्हणता येईल की, ३०० बठकींच्या (Seatings) लहान सभागृहासाठी २० वॅट विद्युतबलाचा, ७०० बैठकींच्या सभागृहासाठी ३० वॅट विद्युतबलाचा, १,००० किंवा अधिक बैठकींच्या सभागृहासाठी ५० वॅट विद्युतबलाचा ॲम्प्लिफायर वापरला पाहिजे. अर्थात् सभागृहाच्या ध्वनि व श्रवण संबंधित गुणधर्मांवर (Acoustics) व सजावटीवर, त्याचप्रमाणे सभोवतालच्या गोंगाट गलबल्याच्या पातळीवर ॲम्प्लिफायरचे आवश्यक विद्युतबल अवलंबून असते हे नेहमी लक्षात ठेवले पाहिजे. परंतु संभाषण किंवा संगिताच्या कार्यक्रमाच्या वेळी सभोवतालचे वातावरण जर एकंदरीत शांत असेल तर विद्युतबलाविषयीचे वर दिलेले आकडे बिनचूक ठरतील अशी तज्ज्ञांची ह्या बाबतीत अटकळ आहे.

खुल्या जागी उभारलेल्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठीही अशा प्रकारचे स्थूल आकडे देता येतील. अशा स्थळी वापरल्या जाणाऱ्या "प्रेशर युनिट्स" च्या एकूण संख्येवरून ॲम्प्लिफायरचे विद्युतबल स्थूलमानाने ठरविता येते. प्रत्येक "प्रेशर युनिट" साठी ८ ते १० वॅट विद्युतबल ह्या हिशेबाप्रमाणे विशिष्ट स्थळी जर ४ प्रेशर युनिट्स वापरलेली असतील तर ३० ते ४० वॅट विद्युतबलाचा ॲम्प्लिफायर पुरेसा असतो. ४ प्रेशर युनिटस्च्या साहाय्याने १५,००० श्रोत्यांमध्ये समाधानकारक ध्वनिवितरण करता येते.

सभोवतालचा गोंगाट गलबला (Background Noise)

विशिष्ट स्थळी गोंगाट गलबल्यामुळे निर्माण होणारी परिस्थिती फार चमत्कारिक व फसवी असते. वातावरण शांत असताना विवक्षित विद्युतबलाचा ॲम्प्लिफायर जरी समाधानकारक कार्य देत असला तरी अनपेक्षित आणि दुर्लक्षित स्वरूपाचा गोंगाट गलबला निर्माण झाला तर सारी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था संपूर्णपणे कोलमडून कुचकामाची ठरण्याचा संभव असतो. अशा प्रकारचा अनपेक्षित गोंगाट गलबला जवळपासच्या कारखान्यात, जवळपासच्या विमानतळावर किंवा नजीकच्या रेल्वेयार्डात किंवा प्रत्यक्ष श्रोतृसमुदायातच निर्माण होण्याची शक्यता कित्येकदा असते. परंतु ध्वनितंत्रज्ञाने मात्र जेव्हा ॲम्प्लिफायरच्या विद्युतबलाविषयीचा अंदाज घेतलेला असतो त्यावेळी असा गोंगाट गलबला नसल्याने त्याचे ह्या बाबतीत केलेले गणित सपशेल चुकून बिकट परिस्थिती निर्माण होण्याचा संभव असतो. धूर्त व दूरदर्शी ध्वनितंत्रज्ञाने अशा अनपेक्षित व दुर्लक्षित घटनांची शक्यता मनात बाळगून योग्य व अधिक विद्युतबलाच्या ॲम्प्लिफायरची प्रायःच तरतूद करून ठेवली पाहिजे.

गोंगाट गलबल्याच्या पातळीचे मूल्यमापन

गोंगाट गलबल्याच्या पातळीचे अचूक मूल्यमापन करण्यासाठी "साऊंड लेव्हल मीटर" (Sound level meter) हे उपकरण वापरले जाते. परंतु साध्या श्रवण परीक्षेने (Listening test)

सुद्धा असे मूल्यमापन स्थूलमानाने करण शक्य असते. ज्यास्थळी गोंगाट गलबल्याच्या पातळीचे मूल्यमापन करावयाचे अशा स्थळी दुसऱ्या एखाद्या व्यक्तिसमवेत संभाषण करण्याचा प्रयत्न करावा. ह्या व्यक्तिच्या नजीक जाऊन संभाषण केल्याशिवाय अगर सामान्यत: संभाषण करताना आवाजाची जी पातळी वापरली जाते त्या पातळीपेक्षा आवाज काहीसा चढवून संभाषण केल्याशिवाय बोलणे स्पष्टपणे समजू शकत नसेल तर ॲम्प्लिफायरसाठी दुप्पट विद्युतबलाचा वापर करण्याची किंवा पर्यायी अशा परिस्थितीत पुढे प्रकरण ८ मध्ये विवेचन केलेल्या कमी पातळीवरील ध्वनिवितरण तंत्राचा (Low-level sound distribution) वापर करण्याची आवश्यकता दर्शविली जाते. एखाद्या स्थळी व्यक्तिच्या नजीक जाऊन संभाषण करण्याची आणि त्याचबरोबर आवाज चढवून संभाषण करण्याची परिस्थिती निर्माण होत असेल तर अशा गोंगाट गलबल्यावर मात करण्यासाठी बऱ्याच जास्त विद्युतबलाच्या ॲम्प्लिफायरचा वापर अशा स्थळी करावा लागेल.

लाऊडस्पीकर्सची जोडणी व संरोधनाची जुळवणी

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत लाऊडस्पीकर्सची जोडणी आणि उभारणी करताना खालील गोष्टी ध्यानात घ्याव्या लागतात :—

(१) योग्य प्रकारच्या लाऊडस्पीकरची निवड.

(२) लाऊडस्पीकरच्या उभारणीसाठी योग्य स्थळाची निवड.

(३) श्रोतृसमुदायात ध्वनिवितरण किंवा आवाजाचे वाटप नीटपणे होण्यासाठी लाऊड-स्पीकर्सची श्रोतृसमुदायामध्ये योग्य विभागणी.

(४) लाऊडस्पीकर्सची जोडणी करताना संरोधनाची योग्य जुळवणी (Impedance Matching) व विवक्षित स्थळाच्या गरजेनुसार योग्य विद्युतबलाच्या लाऊडस्पीकरची निवड.

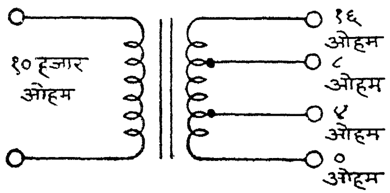
वरील पैकी (१), (२) आणि (३) ह्या गोष्टींविषयीचे विवेचन पुढील प्रकरणात केले आहे, कारण लाऊडस्पीकरच्या उभारणीचा प्रश्न इतका व्यापक आहे की त्याच्या अनुसंधानाने ध्वनिप्रतिपुष्टी (Acoustic Feedback), ध्वनिनिनाद (Reverberation), कालामानातील अंतर (Time lag), ध्वनिपरावर्तन (Reflection), लाऊडस्पीकर्सची एकतालता (Phasing) आदि तांत्रिक समस्यांचा विचार करावा लागतो आणि त्या दृष्टीने ह्याविषयीचे विवेचन स्वतंत्र प्रकरणात हाताळणेच योग्य ठरेल. ह्या प्रकरणात योग्य लाऊडस्पीकरची निवड, जोडणी व संरोधनाची जुळवणी ह्याविषयीचे विवेचन करण्याचे योजिले आहे.

पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे, मायक्रोफोनमध्ये निर्माण झालेल्या विद्युत लहरींचे ॲम्प्लिफायरमध्ये प्रवर्धन झाल्यानंतर पुन्हा ध्वनिलहरींमध्ये रूपांतर करण्यासाठी त्यांची जेव्हा लाऊडस्पीकर्सकडे रवानगी केली जाते तेव्हा विद्युतबलाचा अपव्यय (Loss) न होता त्यांचे योग्य स्थलांतर होणे महत्त्वाचे असते व त्यासाठी ॲम्प्लिफायर व लाऊडस्पीकर्सची जोडणी करतेवेळी त्यांच्या परस्पर संरोधनांची जुळवणी करणे आवश्यक असते. शिवाय जोडतारा जर बऱ्याच लांबीच्या असतील तर प्रकरण ६ मध्ये विवेचन केल्याप्रमाणे त्यांच्या विद्युत विरोधाचे (Resistance) व धारणशक्तिचे (Capacitance) परिणामही लक्षात घ्यावे लागतात.

आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर

ॲम्प्लिफायर विभागातील ऑडिओ आऊटपुट व्हॉल्व्हच्या प्लेट मंडलाच्या संरोधनाची लाऊड-स्पीकर व्हॉईस कॉईलच्या संरोधनाशी योग्य जुळवणी होण्यासाठी जुळेसा असा ट्रॅन्सफॉर्मर वापरला

जातो. ऑडिओ आऊटपुट व्हॉल्व्हच्या प्लेट मंडलाचे संरोधन लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलच्या संरोधनापेक्षा त्यामानाने बऱ्याच जास्त प्रमाणात असते. अशा दोन विभिन्न संरोधनांची जुळवणी करण्यासाठी प्रकरण ७ मध्ये विवेचन केल्या-प्रमाणे आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्रायमरी कॉईलच्या वेढ्यांचे व सेकंडरी कॉईलच्या वेढ्यांचे योग्य गुणोत्तर (Turns Ratio) असलेल्या ट्रॅन्सफॉर्मरचा वापर केला जातो. आकृती ७-१७ मध्ये अशा ट्रॅन्सफॉर्मरच्या रचनेचा एक नमुना दर्शविला आहे. निरनिराळे व्हॉईस कॉईल संरोधन असलेल्या लाऊडस्पीकर्सची जोडणी करता यावी ह्यासाठी सेकंडरी कॉईलमधून निरनिराळ्या संरोधनांचे धागे काढलेले असतात. आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉईलवरील धाग्यांची लाऊडस्पीकर्सच्या व्हॉईस कॉईलशी जोडणी करताना योग्य धाग्यांची निवड करता येते. ह्याविषयी विवेचन पुढे केले आहे.



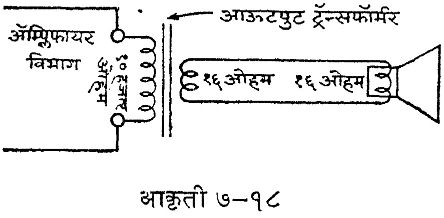
आकृती ७–१७

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करताना लाऊडस्पीकर्स ॲम्प्लि-फायरपासून कित्येकदा नजीक अंतरावर तर कित्येकदा ॲम्प्लिफायरपासून बऱ्याच दूर अंतरावर उभारण्याचे प्रसंग येतात. सर्वसामान्यपणे लाऊडस्पीकर्स ॲम्प्लिफायरपासून नजीक अंतरावर म्हणजे २०० फुटांच्या आत असतील तर जोडतारेच्या विद्युतविरोध किंवा धारणशक्तीबाबत काही समस्या निर्माण होत नाहीत. परंतु जेव्हा लाऊडस्पीकर्सची उभारणी ॲम्प्लिफायरपासून २०० फूट किंवा त्यापेक्षा बऱ्याच जास्त अंतरावर करण्याचे प्रसंग येतात, तेव्हा वरील समस्या विचारात घ्याव्या लागतात. ह्या प्रकरणात प्रथम २०० फुटांपेक्षा नजिक अंतरावरील लाऊडस्पीकर्स जोडणीविषयीचे आणि नंतर २०० फुटांपेक्षा अधिक दूर अंतरावरील जोडणीविषयीचे विवेचन केले आहे.

ॲम्प्लिफायरपासून नजीक अंतरावर लाऊडस्पीकर्सची जोडणी

लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलची आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉईलशी जोडणी करताना संरोधनांची योग्य जुळवणी होण्यासाठी कित्येकदा विविध लाऊडस्पीकर्सच्या व्हॉईस कॉईलसची परस्परांशी जोडणी एकसरी (Series), समांतर (Parallel) किंवा एकसरी-समांतर अशा मिश्र पद्धतीने केली जाते. ह्या जोडणीमागील मूलभूत तत्त्वे स्पष्ट करण्यासाठी काही विशिष्ट व्याव-हारिक उदाहरणे पुढील काही परिच्छेदांमध्ये दिलेली आहेत.

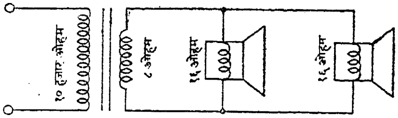
आकृती ७-१८ मध्ये १६ ओहम व्हॉईस कॉईल संरोधनाच्या एकाच लाऊडस्पीकरची जोडणी ॲम्प्लिफायरशी केलेली असल्याचे दर्शविले आहे. ही जोडणी करताना आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉईलच्या १६ ओहम संरोधनाच्या धाग्याची निवड केली आहे. आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्रायमरी कॉईलच्या संरोधनाची जुळवणी ऑडिओ आऊटपुट व्हॉल्व्हच्या प्लेट मंडलाच्या संरोधनाशी होणे आवश्यक असते आणि त्या दृष्टीने योग्य आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरची निवड केलेली



आकृती ७–१८

असते. वरील उदाहरणात आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्रायमरी कॉईलचे संरोधन १० हजार ओहम असल्याचे दर्शविले आहे. ह्या उदाहरणात लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलचे संरोधन १६ ओहमऐवजी जर ८ ओहम असते तर सेकंडरी कॉईलच्या ८ ओहम संरोधनाच्या धाग्याची लाऊडस्पीकरच्या व्हॉईस कॉईलशी जोडणी करण्यासाठी निवड केली असती. लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलचे संरोधन जर ४ ओहम असते तर सेकंडरी कॉईलच्या ४ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलची जोडणी केली असती.

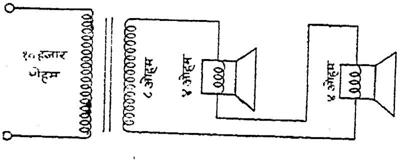
आकृती ७-१९ मध्ये १६ ओहम व्हॉईस कॉईल संरोधनाच्या दोन लाऊडस्पीकर्सची समांतर जोडणी केलेली असल्याचे दर्शविले असून आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉईलच्या ८ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी त्यांची जोडणी केलेली असल्याचे दर्शविले आहे. १६ ओहम व्हॉईस कॉईलच्या समांतर जोडणी केलेल्या दोन लाऊडस्पीकर्सचे एकत्रित संरोधन ८ ओहम असल्याने अशा एकत्रित संरोधनाशी जुळेशा अशा सेकंडरी कॉईलच्या ८ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी त्यांची जोडणी केलेली आहे.



आकृती ७–१९

वरील उदाहरणात समांतर जोडणी केलेल्या लाऊडस्पीकर्स व्हॉईस कॉईलसचे संरोधन जर प्रत्येकी ८ ओहम असते तर दोन लाऊडस्पीकर्सचे एकत्रित संरोधन ४ ओहम असल्याने सेकंडरी कॉईलच्या ४ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी त्यांची जोडणी केली असती. लाऊडस्पीकर्स व्हॉईस कॉईलसचे संरोधन जर प्रत्येकी ४ ओहम असते तर दोन लाऊडस्पीकर्सचे एकत्रित संरोधन २ ओहम असल्याने व सेकंडरी कॉईलवर २ ओहम संरोधनाचा किंवा २ ओहमच्या जवळपासच्या संरोधनाचा धागा नसल्याने लाऊडस्पीकर्सची समांतर जोडणी करणे सोयीचे झाले नसते व तांत्रिक दृष्टचा अशी समांतर जोडणी टाळण्यात आली असती.

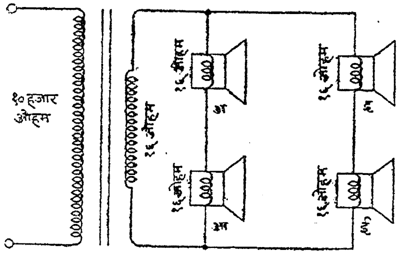
समांतर जोडणीप्रमाणे लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईल्सची जोडणी कित्येकदा एकसरी (Series) पद्धतीनेही करता येते. उदाहरणार्थ. प्रत्येकी ४ ओहम व्हॉईस कॉईल संरोधन असलेल्या दोन लाऊडस्पीकर्सची एकसरी जोडणी केल्यास त्यांचे एकत्रित संरोधन ८ ओहमइतके असल्याने अशा एकसरी जोडणी केलेल्या लाऊडस्पीकर्सची जोडणी आकृती ७-२० मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे सेकंडरी कॉईलच्या ८ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी करणे शक्य असते.



आकृती ७–२०

वरील उदाहरणात एकसरी जोडणी केलेल्या दोन लाऊडस्पीकर्सच्या व्हॉईस कॉईलचे संरोधन प्रत्येकी ८ ओहम असते तर त्यांचे एकत्रित संरोधन १६ ओहम असल्याने सेकंडरी कॉईलच्या १६ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी त्यांची जोडणी केली असती.

आकृती ७-२१ मध्ये प्रत्येकी १६ ओहम व्हॉईस कॉईल संरोधन असलेले चार लाऊडस्पीकर्स-मिश्र पद्धतीने म्हणजे एकसरी समांतर पद्धतीने जोडलेले असल्याचे दर्शविले आहे. लाऊडस्पीकर्स अ आणि आ एकमेकांशी एकसरी पद्धतीने त्याचप्रमाणे लाऊडस्पीकर्स इ आणि ई एकमेकांशी एकसरी पद्धतीने व ह्या दोन जोडचा एकमेकींशी समांतर जोडलेल्या असल्याने ह्या मिश्र जोडणी केलेल्या चार लाऊडस्पीकर्सचे एकत्रित संरोधन १६ ओहम आहे. योग्य संरोधनाच्या जुळवणीसाठी त्यांची जोडणी आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर सेकंडरी कॉईलच्या १६ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी केलेली असल्याचे दर्शविले आहे.



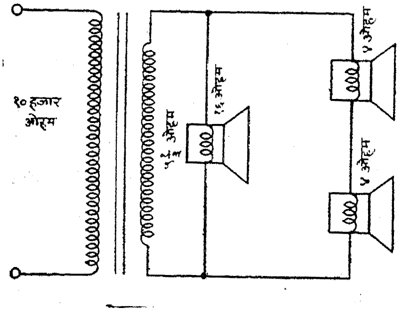
आकृती ७–२१

वरील मिश्र जोडणीच्या उदाहरणात प्रत्येक लाऊडस्पीकरच्या व्हॉईस कॉईलचे संरोधन जर ८ ओहम असते तर चार लाऊडस्पीकर्सच्या व्हॉईस कॉईलसचे एकत्रित संरोधन ८ ओहम असल्याने त्यांची जोडणी सेकंडरी कॉईलच्या ८ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी केली असती. त्याचप्रमाणे प्रत्येक लाऊडस्पीकरच्या व्हॉईस कॉईलचे संरोधन जर ४ ओहम असते तर चार लाऊडस्पीकर्सच्या व्हॉईस कॉईलसचे एकत्रित संरोधन ४ ओहम असल्याने त्यांची जोडणी सेकंडरी कॉईलच्या ४ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी केली असती.

वरील विवेचनावरून एक तत्त्व ध्वनि तंत्रज्ञाच्या सहज लक्षात आलेले असेल आणि ते म्हणजे विविध लाऊडस्पीकर्सची जोडणी एकसरी, समांतर किंवा मिश्र अशा कोणत्याही पद्धतीने केलेली असो, त्यांची आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरशी जोडणी करताना त्यांच्या एकत्रित संरोधनाइतके संरोधन असलेल्या सेकंडरी कॉईलच्या योग्य धाग्याशी त्यांची जोडणी केली म्हणजे संरोधनाच्या जुळवणीचे (Impedance Matching) उद्दिष्ट साध्य होते. लाऊडस्पीकर्सच्या एकसरी, समांतर व मिश्र जोडणीची साधी व सोपी उदाहरणे वर दिली आहेत. अशा विविध प्रकारच्या जोडणींच्या बाबतीत त्यांच्या एकत्रित संरोधनाचे गणित कसे करावे हे विद्युतशास्त्रातील नियमानुसार ध्वनि तंत्रज्ञास अवगत असेल असे येथे गृहीत धरले आहे.

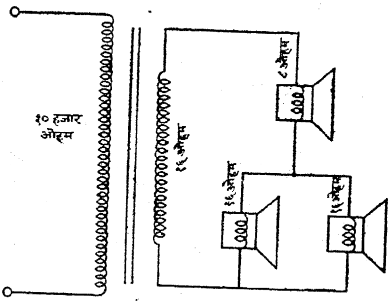
असमान संशोधनांच्या लाऊडस्पीकर्सची जोडणी

वरील विवेचनात एकसरी, समांतर आणि मिश्र जोडणींची जी उदाहरणे दिलेली आहेत त्यात समान व्हॉईस कॉईल संरोधनाचे लाऊडस्पीकर्स वापरलेले असल्याचे दर्शविले आहे. परंतु अशा जोडणींमध्ये कित्येकदा असमान व्हॉईस कॉईल संरोधन असलेले लाऊडस्पीकर्सदेखील वापरले जातात.



आकृती ७–२२

आकृती ७-२२ मध्ये दोन ४ ओह्म संरोधनाचे लाऊडस्पीकर्स एकमेकांशी एकसरी पद्धतीने परंतु १६ ओह्म संरोधनाच्या लाऊडस्पीकरशी समांतर पद्धतीने जोडलेले असल्याचे दर्शविले आहे. त्यांचे एकूण संरोधन ५ $\frac{१}{३}$ ओह्म असल्याने त्यांची जोडणी आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर सेकंडरीच्या ४ ओह्म (म्हणजे त्यातल्यात्यात जवळपासचे संरोधन असलेल्या) धाग्याशी केली पाहिजे.



आकृती ७–२३

आकृती ७-२३ मध्ये दोन १६ ओह्म संरोधनाचे लाऊडस्पीकर्स एकमेकांशी समांतर पद्धतीने व ८ ओह्म संरोधनाच्या लाऊडस्पीकरशी एकसरी पद्धतीने जोडलेले असल्याचे दर्शविले आहे. त्यांचे एकूण संरोधन १६ ओह्म इतके असल्याने त्यांची जोडणी आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉईलच्या १६ ओह्म संरोधनाच्या धाग्याशी केलेली असल्याचे दर्शविले आहे.

लाऊडस्पीकर्सच्या एकसरी व समांतर जोडणीत विद्युतबलाचे वाटप

एकसरी जोडणी (Series connection)

दोन समान संरोधनाच्या लाऊडस्पीकर्सची जर एकसरी जोडणी केली तर अशा दोन लाऊडस्पीकर्समध्ये विद्युतबलाचे समान वाटप होते. उदाहरणार्थ, दोन ८ ओह्म संरोधनाच्या लाऊडस्पीकर्सची एकसरी जोडणी केलेली असेल तर त्या दोन्हींमध्ये विद्युतबलाचे समान वाटप होईल. परंतु अशा एकसरी जोडणीत लाऊडस्पीकर्सच्या व्हॉईस कॉईलसचे संरोधन असमान असेल, उदाहरणार्थ समजा, एका लाऊडस्पीकरचे संरोधन ८ ओह्म व दुसऱ्याचे १६ ओह्म असेल, तर १६ ओह्म संरोधनांच्या लाऊडस्पीकरला ८ ओह्म संरोधनाच्या लाऊडस्पीकरपेक्षा दुप्पट विद्युतबल मिळेल.

समांतर जोडणी (Parallel connection)

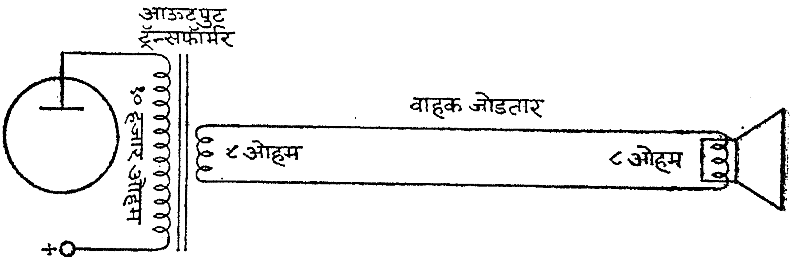
दोन समान संरोधनाच्या लाऊडस्पीकर्सची जर समांतर जोडणी केली तर अशा दोन लाऊडस्पीकर्समध्ये विद्युतबलाचे समान वाटप होते. उदाहरणार्थ, दोन ८ ओह्म संरोधनाच्या

लाऊडस्पीकर्सची समांतर जोडणी केली तर ह्या दोन्हींमध्ये विद्युतबलाचे समान वाटप होईल. परंतु समांतर जोडणीत दोन लाऊडस्पीकर्सचे संरोधन जर असमान असेल, उदाहरणार्थ, समजा, एका लाऊडस्पीकरचे संरोधन ८ ओह्म व दुसऱ्याचे १६ ओह्म असेल तर ८ ओह्म व्हॉईस कॉईल संरोधनाच्या लाऊडस्पीकरला १६ ओह्म व्हॉईस कॉईल संरोधनाच्या लाऊडस्पीकरपेक्षा दुप्पट विद्युतबल मिळेल.

ॲम्प्लिफायरपासून दूर अंतरावर लाऊडस्पीकर्सची जोडणी

लाऊडस्पीकर्सची जोडणी ॲम्प्लिफायरपासून २०० फूट किंवा अधिक अंतरावर करण्याचे प्रसंग ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वारंवार येतात. अशी दूर अंतरावरील जोडणी करताना संरोधनाच्या जुळवणीव्यतिरिक्त इतरही अनेक तांत्रिक समस्या निर्माण होत असल्याने अशा जोडणींविषयीचे सविस्तर विवेचन येथे करणे अत्यावश्यक वाटते.

लाऊडस्पीकर्सची ॲम्प्लिफायरपासून जेव्हा दूर अंतरावर उभारणी करण्याचा प्रसंग येतो तेव्हा एक तांत्रिक मुद्दा उपस्थित होतो तो म्हणजे अशा परिस्थितीत आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर लाऊडस्पीकर समवेत दूर अंतरावर बसवावा की नेहमीप्रमाणे ॲम्प्लिफायर चासीसवरच तो बसवावा? ह्या दोन्ही तांत्रिक पद्धतींचे विवेचन करण्यासाठी १० हजार ओह्म प्रायमरी कॉईल संरोधन व ८ ओह्म सेकंडरी कॉईल संरोधन असलेल्या आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरचे उदाहरण पुन्हा घेण्यास हरकत नाही. अशा ट्रॅन्सफॉर्मरमध्ये प्रायमरी कॉईलचे संरोधन ॲम्प्लिफायरमधील ऑडिओ आऊटपुट व्हॉल्व्हच्या प्लेट मंडलाच्या संरोधनाशी जुळेसे व सेकंडरी कॉईलचे संरोधन लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलच्या संरोधनाशी जुळेसे आहे अशी कल्पना करा. अशा परिस्थितीत आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर नेहमीप्रमाणे ॲम्प्लिफायर

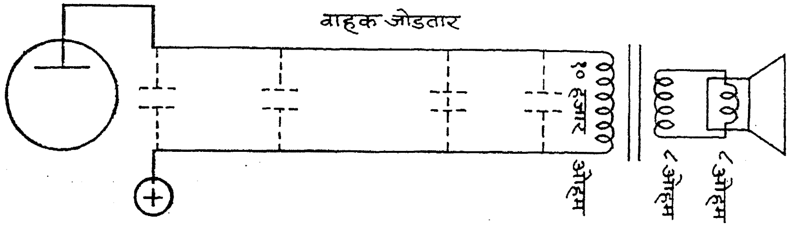


आकृती ७–२४

चासीसवर ठेवता येईल व आकृती ७-२४ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे नेहमीच्या पद्धतीने वाहक जोडतारेच्या साहाय्याने त्याची लाऊडस्पीकरशी जोडणी करता येईल. ह्या जोडणीत जोडतारा एका बाजूने आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर सेकंडरी कॉईलच्या ८ ओह्म संरोधनाच्या धाग्याशी व दुसऱ्या बाजने ८ ओह्म संरोधनाच्या लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलशी जोडलेल्या असल्याचे दर्शविले आहे. अशा जोडतारेस "८ ओह्म संरोधनाची" किंवा "कमी संरोधनाची जोडतार" (low-impedance line) असे म्हणतात वस्तुतः अशा जोडतारेत काही खास असे वैशिष्टच नसते. कोणत्याही दोन साध्या तारा ह्यासाठी चालू शकतात. त्यांचे निर्देशित असे विशिष्ट संरोधनही नसते. अशा जोडतारांना "८ ओह्म संरोधनाची किंवा कमी संरोधनाची जोडतार" म्हणण्याचे कारण एवढेच की एका बाजूने त्यांची ८ ओह्म संरोधनाच्या सेकंडरी कॉईलशी व दुसऱ्या बाजूने ८ ओह्म संरोधनाच्या लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलशी जोडणी केलेली आहे.

अशा जोडणीत जोडतारेची लांबी जास्त नसेल तर काहीही बिकट समस्या निर्माण होत नाहीत. परंतु अशी कल्पना करा की, जोडतारेची लांबी ३००० फूट आहे. अशा जोडतारेसाठी २० गेज जाडीची जोडतार वापरली तर तिचा विद्युत विरोध ६० ओहम असतो. वरील उदाहरणात लाऊड-स्पीकर व्हॉईस कॉईलचे संरोधन फक्त ८ ओहम असल्याने ह्या जोडतारेतून वाहणाऱ्या श्राव्य विद्युत लहरींच्या बऱ्याच विद्युतबलाचा जोडतारेमध्ये अपव्यय होऊन १२ टक्के पेक्षाही कमी विद्युतबल लाऊडस्पीकरसाठी शिल्लक राहील. २० गेजऐवजी अधिक जाडीची १२ गेजची तार अशा परिस्थितीत वापरली तर तिचा विद्युत विरोध वरील उदाहरणात सुमारे १० ओहम इतकाच असल्यामुळे जोड-तारेमध्ये ५० टक्केपेक्षा जास्त विद्युतबलाचा अपव्यय होऊन ५० टक्केपेक्षा कमी विद्युतबल लाऊड-स्पीकरसाठी शिल्लक राहील. विद्युतबलाचा जोडतारेतील अपव्यय जर १० टक्क्याच्या मर्यादेत ठेवावयाचा असेल तर शून्य गेजची तार वापरावी लागेल. परंतु शून्य गेज तारेचा व्यास जवळजवळ $\frac{1}{3}$ इंच असल्यामुळे अशी तार वापरणे अव्यवहार्य ठरते. खरोखर म्हणजे अधिकाअधिक जाड तारेचा वापर करून वरील समस्या पूर्णपणे सुटण्यासारखी नसते व त्यातल्यात्यात जास्त जाडीची जोडतार वापरून तडजोडीचा मार्ग काढावा लागतो.

वरील पद्धतीच्या जोडणीऐवजी अशी कल्पना करा की, आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर ॲम्प्लिफायरच्या चासीसवर न बसविता तो लाऊडस्पीकर समवेत बसविलेला आहे. आकृति ७-२५ पाहा. अशा जोडणीत वाहक जोडतारेची एक बाजू ऑडिओ आऊटपुट व्हॉल्व्हच्या प्लेट मंडलाशी व दुसरी बाजू आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या १० हजार ओहम संरोधनाच्या प्रायमरी कॉईलच्या धन विद्युत पुरवठ्याशी

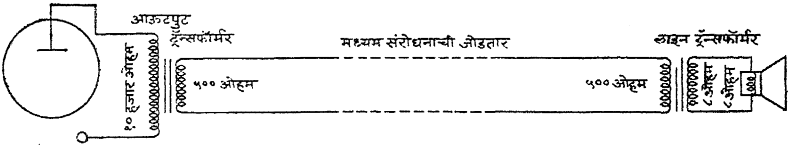


आकृती ७–२५

जोडलेली दर्शविली आहे. अशा वाहक जोडतारेस " १० हजार संरोधनाची किंवा जास्त संरोधनाची जोडतार " (High impedance line) म्हणतात. १० हजार ओहम संरोधनाच्या दृष्टीने २० गेज जोडतारेचा ६० ओहम विद्युतविरोध अगदीच कमी असल्याने मागील उदाहरणातील जोडणीप्रमाणे विद्युतबलाच्या अपव्ययाची (loss) समस्या अशा जोडणीत उग्र नसते. परंतु ह्या जोडणीत जोडतारेच्या धारणशक्तीमुळे दुसरीच एक समस्या निर्माण होते. आकृति ७-२५ मध्ये ठिपक्यांच्या रेषांनी दर्शविलेले कंडेन्सर्स पाहा. जोडतारेमधील धारणशक्तीचे हे निदर्शक आहेत. अशा धारणशक्ती-मुळे उच्च कंपनसंख्येच्या लहरींना एक उपमार्ग मिळतो. कारण उच्च कंपनसंख्येच्या लहरींना १० हजार ओहम संरोधनापेक्षा खूपच कमी संरोधनाचा उपमार्ग अशा धारणशक्तीमुळे उपलब्ध होतो व त्यामुळे त्या लाऊडस्पीकरपर्यंत पोहोचत नाहीत. साहाजिकच ध्वनिपुनरुत्पत्तीत उच्च कंपनसंख्येच्या लहरींचा अभाव प्रकर्षाने भासतो.

वरील समस्येवर तोडगा म्हणजे एक प्रकारे सुवर्णमध्य गाठून ज्या वाहक जोडतारेचे संरोधन अगदी कमीही नाही व अगदी जास्तही नाही अशा म्हणजे मध्यम संरोधनाच्या वाहक जोडतारेचा

दूर अंतरावरील लाऊडस्पीकर्सच्या जोडणीसाठी वापर करणे. जोडतारेच्या अशा मध्यम संरोधनास इंग्रजीत "लाइन इंपिडन्स" (Line impedance) असे तांत्रिक नाव प्राप्त झाले आहे. मध्यम संरोधनाची जोडतार म्हणून ५० ओहम ते ६०० ओहम ह्या टप्प्यातील संरोधन असलेली जोडतार सामान्यतः वापरली जाते. अशा मध्यम संरोधनाच्या जोडतारेत विद्युत लहरींच्या विद्युत-



आकृती ७–२६

बलाचा त्यामानाने जास्त अपव्यय (loss) होत नाही किंवा उच्च कंपनसंख्येच्या लहरींचाही त्या मानाने जास्त प्रमाणात लोप होत नाही. मध्यम संरोधनाच्या अशा जोडतारेसाठी आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर सेकंडरी कॉईलवर ५० ते ६०० दरम्यान संरोधनांचे खासे धागे काढलेले असतात. जोड-तारेच्या अशा मध्यम संरोधनाची व लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलच्या त्यामानाने कमी असलेल्या संरोधनाची योग्य जुळवणी करण्यासाठी साहजिकच दुसरा एक जुळेसा ट्रॅन्सफॉर्मर वापरावा लागतो. ह्या ट्रॅन्सफॉर्मरला "लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर" (Line transformer) म्हणतात. आकृती ७–२६ मध्ये मध्यम संरोधनाच्या वाहक जोडतारेचा व योग्य व जुळेशा लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरचा वापर केलेली मंडल रचना दर्शविली आहे. दूर अंतरावर उभारणी करण्यासाठी अशी मध्यम संरोधनाची जोडतार व प्रत्येक लाऊडस्पीकर किंवा लाऊडस्पीकर गटासाठी योग्य व जुळेसा "लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर" वापरून विद्युतबलाचा अपव्यय व उच्च कंपन संख्येच्या लहरींचा लोप ह्या दोन्हीही समस्या प्रभावीरीतीने सोडविता येतात.

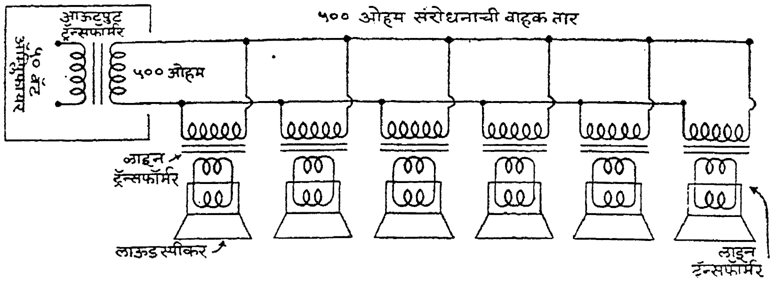
समान विद्युतबलाची विभागणी (Equal power distribution)

विशिष्ट उदाहरणांच्या साहाय्याने वरील प्रकारच्या जोडणीमागील तत्त्व ध्वनि तंत्रज्ञास अधिक स्पष्टपणे समजण्यासारखे असल्याने ह्यासाठी काही निवडक व्यावहारिक उदाहरणे पुढील परिच्छेदां-मध्ये दिलेली आहेत. पहिल्या उदाहरणात प्रत्येक लाऊडस्पीकरला समान विद्युतबलाचा पुरवठा जेव्हा केला जातो त्यावेळी जे तंत्र वापरले जाते ते दिले असून दुसरे उदाहरण ज्यावेळी असमान विद्युतबलाचा पुरवठा केला जातो त्यावेळी वापरला जाणाऱ्या तंत्राविषयीचे आहे.

उदाहरण : एका मोठ्या सभागृहातील ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी सहा ८ ओहम व्हॉईस कॉईल संरोधनाचे लाऊडस्पीकर्स उभारावयाचे आहेत. ॲम्प्लिफायर विभागाचे विद्युतबल (Power Rating) ५० वॅट असून आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉईलवर मध्यम संरोधनाचे १२५ ओहम, २५० ओहम व ५०० ओहम हे धागे पुरविलेले आहेत. प्रत्येक लाऊडस्पीकर-मधून प्रवर्धित ध्वनिलहरींची पातळी समान असावी अशी अपेक्षा असेल तर प्रत्येक लाऊडस्पीकर जोडणीसाठी वापरावयाच्या योग्य जुळवणीच्या लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्रायमरी व सेकंडरी कॉईलच्या धाग्यांच्या संरोधनांचा तपशील द्या व त्यांच्या जोडणीचा मंडल नकाशा काढा.

उत्तर.—(१) कमीत कमी विद्युतबलाचा अपव्यय होण्याच्या दृष्टीने आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या ५०० ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी जोडतारेची जोडणी ह्या ठिकाणी केली पाहिजे.

(२) सर्वसामान्यपणे लाऊडस्पीकर्सची जोडणी आकृती ७–२७ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे समांतर पद्धतीने केली जात असल्याने ह्या उदाहरणात सहा लाऊडस्पीकर्ससाठी वापरावयाच्या लाइन ट्रॅन्सफॉमर्सच्या प्रायमरी कॉईल्सचे एकत्रित संरोधन ५०० ओहम इतके असणे आवश्यक आहे, म्हणून प्रत्येक लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर प्रायमरीचे संरोधन ३००० ओहम असणे आवश्यक आहे.



आकृती ७–२७

(३) लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉईलचे संरोधन लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलच्या संरोधनाइतके म्हणजे ह्या उदाहरणात ८ ओहम असणे आवश्यक आहे.

(४) तात्पर्य, ह्या उदाहरणात प्रत्येक लाऊडस्पीकरसाठी ३००० ओहम प्रायमरी कॉईल संरोधन व ८ ओहम सेकंडरी कॉईल संरोधन असलेले लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर्स वापरले पाहिजेत. आकृती ७–२७ मध्ये ह्या उदाहरणातील लाऊडस्पीकर्सच्या जोडणीचा मंडल नकाशा दिला आहे.

वरील उदाहरणात प्रत्येक लाऊडस्पीकरला समान विद्युतबलाचा पुरवठा केला जात असल्यामुळे सर्व लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर्स प्रायमरी कॉईल्सचे संरोधन समान म्हणजे ३००० ओहम असून त्यांचे एकूण संरोधन आऊटपुट ट्रॅन्सफॉमरच्या सेकंडरी कॉईल्सच्या संरोधनाशी जुळेसे म्हणजे ५०० ओहम इतके आहे. वरील उदाहरणावरून लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या निवडीमागील तंत्र स्पष्ट होईल. जेव्हा निरनिराळ्या अनेक लाऊडस्पीकर्सना समान विद्युतबल पुरवठा करावयाचा असतो तेव्हा प्रत्येक लाऊडस्पीकरसाठी वापरल्या जाणाऱ्या लाइन ट्रॅन्सफॉमरच्या प्रायमरी कॉईलचे संरोधन खालील सूत्राप्रमाणे काढता येते:—

लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर प्रायमरी कॉईलचे संरोधन (primary coil impedance)	=	जोडतारेचे संरोधन (Line impedance)	×	समांतर जोडणी केलेल्या लाऊडस्पीकर्सची संख्या (number of loudspeakers)

(वरील उदाहरणात लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर प्रायमरी कॉईलचे संरोधन = ५०० × ६ = ३००० ओहम इतके असणे आवश्यक आहे.)

लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉईलचे संरोधन लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईल जे संरोधन असते त्या संरोधनाइतके असणे आवश्यक असते.

असमान विद्युतबलाची विभागणी (Unequal power distrubution)

जेव्हा निरनिराळ्या अनेक लाऊडस्पीकर्ससाठी असमान ध्वनि पातळीची आवश्यकता म्हणजेच असमान विद्युतबल पुरवठा करावा लागतो तेव्हा प्रत्येक लाऊडस्पीकरसाठी आवश्यक असलेल्या

लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरची निवड करताना वरीलपेक्षा निराळ्या पद्धतीचे गणित करावे लागते. विद्युत-शास्त्रातील नियमानुसार असे सिद्ध करून दाखविता येईल की असमान विद्युतबलाचा पुरवठा जेव्हा करावयाचा असतो तेव्हा समांतर जोडणी केलेल्या प्रत्येक लाऊडस्पीकरसाठी वापरावयाच्या लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर प्रायमरी कॉईलच्या संरोधनाचे गणित खालील सूत्राप्रमाणे करता येते :—

$$\text{लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर प्रायमरी कॉईलचे संरोधन} = \frac{\text{ॲम्प्लिफायरचे विद्युतबल}}{\text{विवक्षित लाऊडस्पीकरला पुरवावयाचे विद्युतबल.}} \times \text{वाहक जोडतारेचे संरोधन}$$

एखाद्या व्यावहारिक उदाहरणावरून वरील सूत्राची उपयुक्तता स्पष्ट होण्यासारखी असल्याने ह्यासाठी एका खास उदाहरणाची निवड केली आहे.

उदाहरण : एका मोठ्या कारखान्यात पार्श्वसंगीत क्षेपित करण्यासाठी ५० वॅट विद्युतबलाचा ॲम्प्लिफायर वापरावयाचा असून ह्या ॲम्प्लिफायरच्या आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर सेकंडरी कॉईलवर ५०० ओहम संरोधनाच्या धाग्याची सोय आहे. कारखान्यातील निरनिराळ्या विभागांमध्ये खाली दर्शविलेल्या विद्युतबलाचे लाऊडस्पीकर्स उभारावयाचे आहेत :

कारखान्यातील—मोठे दालन (अ) २० वॅट, लहान दालन (ब) १३ वॅट, निर्यात विभाग (क) १० वॅट, मुख्य कचेरी (ड) ५ वॅट, दुय्यम कचेरी (ई) १ वॅट, दुय्यम कचेरी (फ) १ वॅट.

लाऊडस्पीकर्स : (अ), (ब), (क)—१६ ओहम २५ वॅट; (ड)—८ ओहम १० वॅट; (ई). (फ)—३.२ ओहम १ वॅट.

वर निर्देशित केलेल्या प्रत्येक ठिकाणी उभारावयाच्या लाऊडस्पी[illegible]ठी वापरावयाच्या जुळेशा लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर्सचा तपशील द्या व त्यांच्या जोडणीचा मंडल नका[illegible].

उत्तर : (१) वरील तपशिलानुसार ॲम्प्लिफायर विभागासाठ[illegible]क असलेले विद्युत-बल=२०+१३+१०+५+१+१=५० वॅट.

(२) ५० वॅट विद्युतबलाच्या विभागणीसाठी आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर[illegible]लवरून काढलेल्या ५०० ओहम संरोधनाच्या धाग्याचा उपयोग करावा. ह्या धाग[illegible] केल्यास वर दिलेल्या सूत्राप्रमाणे प्रत्येक जागी उभारणी करावयाच्या जुळेशा लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरचा तपशील खाली दिलेल्या गणिताने काढता येईल:—

लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर (अ) प्रायमरी कॉईलचे संरोधन $= \frac{५०}{२०} \times ५०० =$ १२५० ओहम

,, (ब) ,, ,, ,, $= \frac{५०}{१३} \times ५०० =$ १९२० ओहम

,, (क) ,, ,, ,, $= \frac{५०}{१०} \times ५०० =$ २५०० ओहम

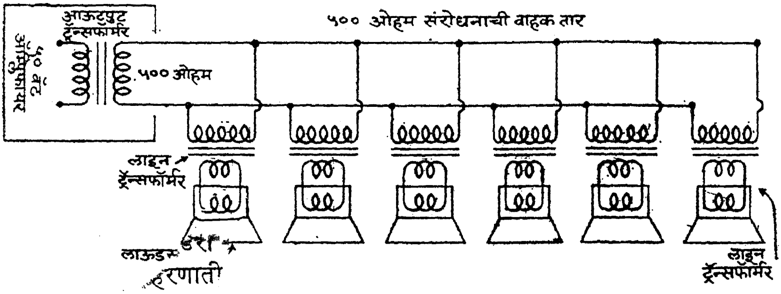
,, (ड) ,, ,, ,, $= \frac{५०}{५} \times ५०० =$ ५००० ओहम

,, (ई) (फ) ,, ,, ,, $= \frac{५०}{१} \times ५०० =$ २५००० ओहम

(३) वरील प्रत्येक ठिकाणी वापरावयाच्या जुळेशा लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर्सचा तपशील असा :

(अ)	१२५०	ओहम	प्रायमरी	कॉईल	संरोधन,	१६	ओहम	सेकंडरी कॉईल	संरोधन
(ब)	१९२०	"	"	"	"	१६	"	"	"
(क)	२५००	"	"	"	"	१६	"	"	"
(ड)	५०००	"	"	"	"	८	"	"	"
(ई) (फ)	२५०००	"	"	"	"	३.२	"	"	"

(४) आकृती ७–२८ मध्ये वरील उदाहरणातील लाऊडस्पीकर्सच्या जोडणीचा मंडल नकाशा दर्शविला आहे.



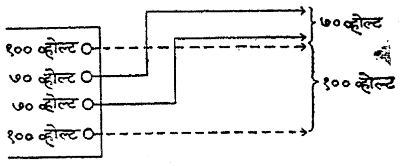
आकृती ७–२८

स्थिर विद्युतदाब योजना (Constant Voltage System)

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत अॅम्प्लिफायर विभागाशी दूर अंतरावरील लाऊडस्पीकर्सची जोडणी करण्यासाठी "स्थिर विद्युतदाब योजना "(Constant Voltage System) ही नवीन योजना हल्ली अंमलात आणली गेली असून ती बरीच प्रचलित व लोकप्रिय होऊ लागली आहे. ह्या योजनेचा एक अतिशय महत्त्वाचा फायदा म्हणजे लाऊडस्पीकर्सची जोडणी करताना संरोधनाच्या जुळणीसाठी मागील काही परिच्छेदांमध्ये विवेचन केल्याप्रमाणे जास्त गुंतागुंतीची सूत्रे व समीकरणे वापरावी लागत नाहीत व कोणतेही गणित न करता लाऊडस्पीकर्सची जोडणी अगदी सुलभतेने करता येते. ह्या नवीन योजनेचा दुसरा एक फायदा म्हणजे भविष्यकाळात देखील आहे त्यापेक्षा अधिक लाऊडस्पीकर्सची जोडणी करण्याचा प्रसंग आला तरी संरोधनाच्या जुळवणीचे (Impedance Matching) बाबतीत काहीही अडचणी निर्माण होत नाहीत.

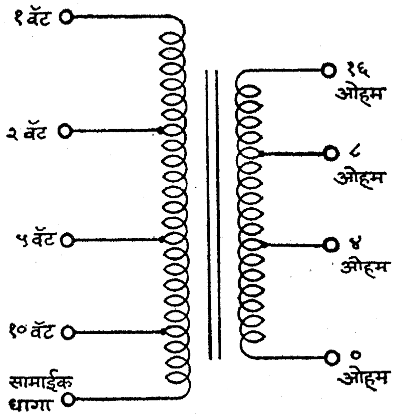
स्थिर विद्युतदाब योजनेत आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉईलवर इतर नेहमीच्या निर्देशित संरोधनांच्या धाग्यांबरोबरच एका खास धाग्याचा निर्देश केलेला असतो व ह्या धाग्यातर्फे प्रवर्धित श्राव्य विद्युत लहरींचा एका विशिष्ट प्रमाणात "स्थिर विद्युतदाब" (सामान्यत: ७० किंवा १०० व्होल्ट) पुरविला जाईल अशी व्यवस्था केलेली असते.

आकृती ७–२९ पाहा. प्रवर्धित श्राव्य विद्युतलहरी अशा प्रकारे विशिष्ट स्थिर विद्युतदाब पातळीवर पुरविण्याची ही योजना एक प्रकारे २३० व्होल्ट ए.सी. विद्युतदाबाचा पुरवठा करणाऱ्या आपल्या घरगुती इलेक्ट्रिक पुरवठ्यासारखीच असते असे म्हणावयास हरकत नाही. घरगुती इलेक्ट्रिक पुरवठ्याशी निरनिराळ्या विद्युतबलांची उपकरणे व साधने जशी जोडता येतात त्याचप्रमाणे "स्थिर विद्युतदाब" योजनेत निरनिराळ्या विद्युतबलाचे लाऊडस्पीकर्स सहजतेने जोडता येतात.



आकृती ७–२९

स्थिर विद्युतदाब योजनेत लाऊडस्पीकर्ससाठी वापरल्या जाणाऱ्या लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर्सची विशिष्ट "स्थिर विद्युतदाबा" च्या दृष्टीने (उदाहरणार्थ ७० व्होल्ट किंवा १०० व्होल्ट) खास बांधणी व रचना केलेली असते व अशा खास रचना-बांधणीच्या लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरचा वापर करणे अत्यावश्यक असते. अशा लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्रायमरी व सेकंडरी कॉईल्सवर निरनिराळे योग्य धागे काढलेले असतात. उदाहरणार्थ, आकृती ७–३० मध्ये दर्शविलेल्या १०० व्होल्ट स्थिर विद्युतदाबासाठी खास रचना व बांधणी केलेल्या लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरमध्ये सेकंडरी कॉईलवर ४ ओहम, ८ ओहम व १६ ओहम संरोधनाचे धागे काढलेले असल्याचे दर्शविले आहे. अशा निरनिराळ्या धाग्यांची सोय असली म्हणजे निरनिराळे व्हॉईस कॉईल संरोधन असलेल्या लाऊडस्पीकर्सची ह्यापैकी योग्य व जुळेशा धाग्याशी जोडणी करणे शक्य होते. लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्रायमरी कॉईलवरही सेकंडरी कॉईलप्रमाणे निरनिराळे धागे काढलेले असल्याचे आकृतीत दर्शविले आहे. परंतु ह्या धाग्यांचे खास वैशिष्टच म्हणजे त्यांचे संशोधन ओहममध्ये व्यक्त न करता ते "वॅट" मध्ये (म्हणजे विद्युतबलाच्या परिमाणात) व्यक्त केलेले असल्याचे दर्शविले आहे. ह्या धाग्यांपैकी योग्य धाग्याची निवड करून विशिष्ट लाऊडस्पीकरला आवश्यक त्या विद्युतबलाचा पुरवठा करता येतो व त्यामुळे विद्युतबलाच्या पातळीत पाहिजे ते फेरबदल करता येतात.



आकृती ७–३०

पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे वरील प्रकाराच्या खास बनावटीच्या लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या साहाय्याने प्रत्येक लाऊडस्पीकरची जोडणी सहजतेने करता येते. ही जोडणी करण्यासाठी प्रथम विशिष्ट लाऊडस्पीकरच्या व्हॉईस कॉईल संरोधनाप्रमाणे लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉईलवरील योग्य व जुळेशा सरोधनाच्या धाग्याची निवड करता येते व ह्या धाग्याशी व्हॉईस कॉईलची जोडणी केली जाते. उदाहरणार्थ, विशिष्ट लाऊडस्पीकरच्या व्हॉईस कॉईलचे संरोधन जर ८ ओहम असेल तर लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या सेकंडरी कॉईलवरील ८ ओहम संरोधनाच्या धाग्याशी व्हॉईस कॉईलची

जोडणी केली पाहिजे. एकदा व्हॉईस कॉईलची अशी जोडणी करून घेतली की लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्रायमरी कॉईलवरील निरनिराळ्या विद्युतबलांच्या धाग्यांपैकी पाहिजे त्या योग्य विद्युतबलाच्या धाग्याची जोडणी नंतर जोडतारेतर्फे आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरवरील स्थिर विद्युतदाबाच्या धाग्याशी सरळ करता येते. ही जोडणी केली की ॲम्प्लिफायर विभाग व लाऊडस्पीकर ह्यांच्या संरोधनांची जुळवणी आपोआप होऊन जाते व विशिष्ट लाऊडस्पीकरला निवड केल्याप्रमाणे योग्य विद्युतबलाचा पुरवठाही उपलब्ध केला जातो. उदाहरणार्थ, विशिष्ट स्थळी उभारणी करावयाच्या लाऊड-स्पीकरसाठी जर ५ वॅट विद्युतबलाचा पुरवठा आवश्यक असेल तर प्रथम वर विवेचन केल्याप्रमाणे लाऊडस्पीकरच्या व्हॉईस कॉईलची योग्य संरोधनाच्या सेकंडरी कॉईलच्या धाग्याशी एकदा जोडणी करून घेतली व नंतर लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर प्रायमरी कॉईलवरील ५ वॅट धाग्याची ॲम्प्लिफायरच्या आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मरवरील विवक्षित स्थिर विद्युतदाबाच्या धाग्याशी जोडतारेतर्फे जोडणी केली की विशिष्ट लाऊडस्पीकरसाठी ५ वॅट विद्युतबलाचा पुरवठा तर होतोच परंतु संरोधनांची जुळवणीही (Impedance Matching) आपोआप होऊन जाते. अर्थात आवश्यक ते विशिष्ट विद्युतबल हाताळण्याची पात्रता अशा ठिकाणी वापरलेल्या लाऊडस्पीकरमध्ये आहे हे येथे गृहीत धरले आहे. आपल्या उदाहरणात लाऊडस्पीकरला ५ वॅट ऐवजी २ वॅट विद्युतबलाचा पुरवठा करावयाचा असता तर लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरच्या प्रायमरीवरील ५ वॅट ऐवजी २ वॅट विद्युतबलाच्या धाग्याची निवड करून ही जोडणी करता आली असती. तात्पर्य, वर उल्लेख केल्याप्रमाणे स्थिर विद्युतदाब योजनेच्या साहाय्याने दूर अंतरावरील लाऊडस्पीकर्सच्या जोडणी–उभारणीचा प्रश्न काहीही अडचणी न येता व संरोधनाच्या जुळवणी बाबतीतल्या सूत्रांच्या किंवा गणितांच्या जास्त भानगडीत न पडता अतिशय सोप्या रीतीने सोडविणे शक्य झाले आहे.

ॲम्प्लिफायरची जमिनीशी जोडणी (Earthing)

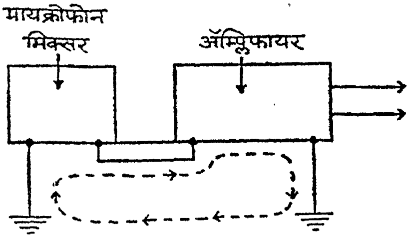
स्थिर व दोषरहित ध्वनिवर्धन व वितरण कार्यासाठी ॲम्प्लिफायर चासीसची व ॲम्प्लिफायर चासीसतर्फे इतर उपकरणांची व साधनांची जमिनीशी जोडणी करणे ही ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या उभारणीत एक महत्त्वाची तांत्रिक आवश्यकता असते. विद्युत धोक्यापासून सुरक्षितता हेही जमिनीशी जोडणी करण्याचे एक दुसरे प्रमुख उद्दिष्ट असते.

पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे मायक्रोफोनमध्ये निर्माण होणाऱ्या विद्युत लहरींची पातळी बरीच कमी असते आणि त्या दृष्टीने अशा विद्युत लहरी वाहून नेणाऱ्या केबलवर चिलखती संरक्षक आच्छादन असणे इष्ट असते. ह्या चिलखती आच्छादनाची जमिनीशी जोडणी केली की मायक्रोफोन केबलमधून वाहणाऱ्या श्राव्य विद्युत लहरींना केबलमध्ये प्रवर्तित होणाऱ्या गुणगुण आवाजाच्या (Hum) किंवा खरखराटाच्या (Noise) लहरींपासून उपसर्ग पोहोचत नाही. केबलवरील चिलखती आच्छादनाची (Shielding) ॲम्प्लिफायर चासीसशी जोडणी केली जाते व ॲम्प्लिफायर चासीसची जमिनीशी जोडणी केली जाते. ॲम्प्लिफायर विभाग किंवा मिक्सर विभागांवरील आच्छादनाचीही ह्याच कारणास्तव जमिनीशी जोडणी करण्याची प्रथा आहे.

लहान ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत ॲम्प्लिफायरची इलेक्ट्रिक पुरवठ्याशी जोडणी करण्या-साठी वापरलेल्या जोडतारेवर तीन संपर्क जोडांची पिन (Three-way pin) बसविलेली असते. व तिच्या साहाय्याने इलेक्ट्रिक मेन्स पुरवठ्यातर्फे ॲम्प्लिफायर चासीसची जमिनीशी जोडणी केली जाते. अधिक विस्तृत ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी अशी इलेक्ट्रिक मेन्स पुरवठ्यातर्फे केली जाणारी जमिनीशी जोडणी समाधानकारक नसते. अशा विस्तृत व्यवस्थांसाठी रेडिओ चासीसची जमिनीशी जोडणी करण्यासाठी ज्या प्रमाणे पूर्वी पाणी वाहून नेणारा नळ, लोखंडी सळई किंवा

गज किंवा जमिनीत पुरलेल्या तांब्याच्या पट्टीचा वापर केला जात असे तशा प्रकारची खास उपाय-योजना वापरणे आवश्यक असते.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील उपकरणांची व साधनांची जमिनीशी जोडणी करताना मात्र ती एकाच ठिकाणी करण्याची खबरदारी घेणे अत्यावश्यक असते. सामान्यतः ॲम्प्लिफायर चासीसचीच फक्त जमिनीशी जोडणी करण्याची प्रथा आहे. उपकरणांची व साधनांची एकापेक्षा इतरत्र अधिक ठिकाणी जर जमिनीशी जोडणी केली तर बाह्यतः प्रवर्तित होणाऱ्या किंवा ॲम्प्लि-फायरमध्ये प्रवर्धित होणाऱ्या लहरींमुळे आकृती ७–३१ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे अशा दोन किंवा अधिक जोडणीच्या विद्युत मंडलात "चक्री प्रवाह" (loop currents) निर्माण होतात व त्यामुळे ॲम्प्लिफायरच्या प्रवर्धन कार्यात बरीच अस्थिरता (Instability) निर्माण होण्याची शक्यता असते.



आकृती ७–३१

□ □ □

प्रकरण ८

लाऊडस्पीकर्सची उभारणी व विभागणी--काही अधिक समस्या

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत योग्य लाऊडस्पीकर्सची निवड करणे अतिशय महत्त्वाचे असते. ही निवड करताना (१) विशिष्ट स्थळी कोणत्या प्रकारचे लाऊडस्पीकर्स वापरावेत आणि (२) श्रोतृसमुदायात त्यांची कोणत्या विवक्षित ठिकाणी उभारणी करावी हे दोन विचार फार महत्त्वाचे असतात.

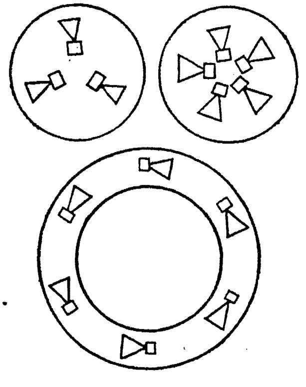
प्रकरण ५ मध्ये निरनिराळ्या लाऊडस्पीकर्सच्या प्रकारांविषयीची माहिती दिली आहे. सर्वसामान्यपणे बंदिस्त जागी कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्सचा वापर केला जातो. पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे कर्ण्याचे लाऊडस्पीकर्स बंदिस्त जागी वापरल्यास त्यांचा आवाज कर्णकर्कश व तुतारीसारखा येतो व शिवाय त्यांच्या जोरदार आवाजामुळे ध्वनिप्रतिपुष्टी (Acoustic feedback) होण्याची फार शक्यता असते. कर्ण्याच्या लाऊडस्पीकर्सचा आदर्श व उत्तम उपयोग म्हणजे खुल्या जागेवरील कार्यक्रमांसाठी त्यांचा वापर करणे. कर्ण्याच्या लाऊडस्पीकर्सची कार्यक्षमता (Efficiency) उत्कृष्ट दर्जाची असते व कमी विद्युतबल पुरवूनही त्यांच्यातर्फे बऱ्याच जास्त प्रमाणात प्रवर्धित ध्वनिलहरींची पुनरुत्पत्ती करणे शक्य होते.

जागा बंदिस्त असो किंवा खुली असो, श्रोतृसमुदायात आवाजाचे योग्य वाटप होण्यासाठी त्याच-प्रमाणे सर्व ठिकाणी आवाजाची योग्य पातळी राखण्यासाठी कोणत्या प्रकारचे व किती लाऊडस्पीकर्स वापरणे आवश्यक आहे हे ध्वनितंत्रज्ञास अचूकपणे ठरविता आले पाहिजे.

बंदिस्त जागी ध्वनिवितरण (Sound distribution) करणे व खुल्या जागी ध्वनिवितरण करणे ह्यामध्ये फरक असल्यामुळे लाऊडस्पीकर्स उभारणी पद्धतीतही योग्य फेरबदल करावे लागतात. बंदिस्त जागी लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करताना ह्या प्रकरणात पुढे विवेचन केल्याप्रमाणे अनेक समस्यांना तोंड द्यावे लागते. खुल्या जागी ध्वनिक्षेपण करताना फारशा अडचणी निर्माण होत नाहीत. पुढील काही परिच्छेदांमध्ये प्रथम खुल्या जागी उभारणी करावयाच्या लाऊडस्पीकर्सविषयीचे विवेचन केले असून नंतर बंदिस्त जागेवरील लाऊडस्पीकर्सची उभारणी व संबंधित समस्यांविषयी विवेचन केले आहे.

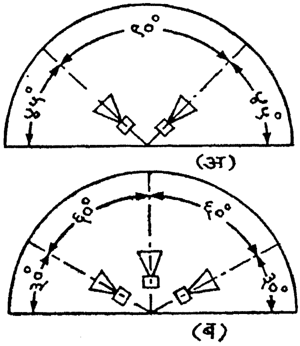
खुल्या जागेवरील लाऊडस्पीकर्सची उभारणी

खुल्या जागी लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करताना लाऊडस्पीकर्सची संख्या किती असावी, त्यांचा प्रकार कोणता असावा व त्यांची कोणत्या विशिष्ट जागी उभारणी करावी हे ज्या जागी ध्वनिक्षेपण करावयाचे असेल त्या क्षेत्राच्या व्याप्तीवर (Sound Coverage) व विशिष्ट जागेच्या आकारमानावर अवलंबून असते. बहुतेक खुल्या जागी होणाऱ्या कार्यक्रमांची जागा तत्त्वतः वर्तुळाकार किंवा अर्धवर्तुळाकार असते असे म्हणावयास हरकत नाही. वर्तुळाकार जागेवर ध्वनिक्षेपण करण्यासाठी तीन किंवा अधिक कर्ण्यांचे लाऊडस्पीकर्स वापरता येतात. अर्थात प्रत्यक्षात आवश्यक असलेली लाऊडस्पीकर्सची संख्या वर्तुळाकार जागेच्या क्षेत्रफळावर अवलंबून असते. वर्तुळाकार जागेचा घेर जितका अधिक विस्तृत तितके अधिक लाऊडस्पीकर्स अशा जागी वापरावे लागतात. आकृती ८-१ मध्ये तीन, पाच व सहा कर्ण्यांच्या लाऊडस्पीकर्सची वर्तुळाकार क्षेत्रावर कशी उभारणी करता येते हे दर्शविले आहे. आवाज विस्तृत क्षेत्रावर फैलावण्यासाठी जास्त रुंद तोंडाचे कर्णे असलेले लाऊडस्पीकर्स वापरले जातात.

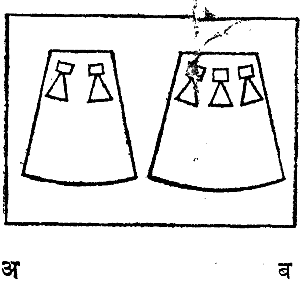


आकृती ८–१

सर्वसामान्यपणे इमारतीपुढील किंवा एखाद्या भिंतीपुढील खुली जागा तत्त्वतः अर्धवर्तुळाकार असते असे म्हणावयास हरकत नाही. अशा जागी श्रोतृसमुदाय जास्त नसेल तर अधिक विद्युतबलाचा व उत्तम बॅफल असलेला एक लाऊडस्पीकर जरी वापरला तरी कार्यभाग साधला जातो. परंतु अशा जागेचे क्षेत्रफळ विस्तृत असेल तर आकृती ८–२ (अ) आणि (ब) मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे दोन किंवा तीन कर्ण्यांच्या लाऊडस्पीकर्सचा समूह (Cluster) वापरता येतो.



आकृती ८–२

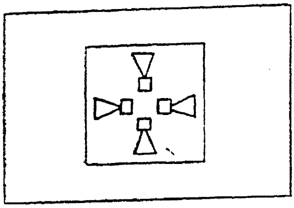


अ ब

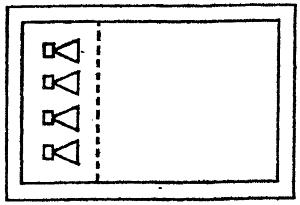
आकृती ८–३

वक्त्यांपुढे किंवा कलाकारांपुढे खुल्या जागी जमलेल्या श्रोतृसमुदायासाठी आकृती ८–३ अ आणि ब मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे कित्येकदा दोन किंवा तीन कर्ण्यांचे लाऊडस्पीकर्स वापरले तर काम भागते. खुल्या जागेवरील पोहोण्याचे तलाव, क्रीडा मैदाने, मैदानात सिनेमा दाखविणे

इत्यादी कार्यक्रमांसाठी वापरल्या जाणाऱ्या जागा सामान्यत: चौकोनी आकाराच्या असतात. अशा जागी ज्या पद्धतीने श्रोतृसमुदाय स्थानापन्न झालेला असेल त्याप्रमाणे लाऊडस्पीकर्सची उभारणी व दिशा ठरवावी लागते. श्रोतृसमुदाय भरगच्च संख्येत उपस्थित असेल तर आकृती ८–४ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे चार कर्ण्यांच्या लाऊडस्पीकर्सचा समूह वापरता येतो.

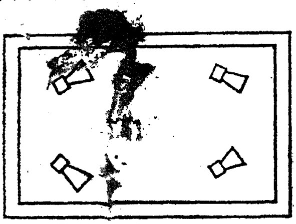


आकृती ८–४

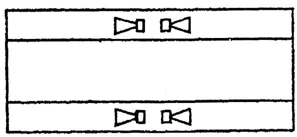


आकृती ८–५

सिनेमाच्या पडद्यापुढे खुल्या जागी जेव्हा प्रेक्षकांचा समुदाय बसलेला असतो तेव्हा आवाजाचा उगम पडद्यावर दिसणाऱ्या व्यक्तींपासून होत आहे असा अभ्यास निर्माण होणे अत्यावश्यक असते. लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करताना वक्त्यापासून आवाज ऐकू येत आहे असा आभास निर्माण होईल अशा रीतीने लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करण्याचा संकेत पाळणे आवश्यक असते. सिनेमाच्या पडद्यापुढे बसलेल्या प्रेक्षकांना असा आभास निर्माण करण्यासाठी आकृती ८–५ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे दोन किंवा अधिक कर्ण्यांच्या लाऊडस्पीकर्सची उभारणी सिनेमाच्या पडद्या-नजीक केली जाते. कित्येकदा एखाद्या खुल्या जागेची लांबी तिच्या रुंदीपेक्षा बरीच जास्त असते. अशा जागी सर्व क्षेत्रफळ व्यापण्याच्या दृष्टीने लाऊडस्पीकर्सची उभारणी आकृती ८–६ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे करता येते.



आकृती ८–६



आकृती ८–७

फुटबॉल मॅच किंवा अन्य क्रीडा मैदानांवर जागेची व्याप्ती विस्तृत असते व गोंगाट गलबल्याची पातळीही जास्त असते. अशा प्रसंगी प्रेक्षकांच्या खुर्च्या व बैठकींकडे तोंड फिरवून लाऊडस्पीकर्स बसविता येतात. आकृती ८–७ पाहा. अशा लाऊडस्पीकर्सची एकूण संख्या मैदानाच्या क्षेत्रफळावर आणि त्याचप्रमाणे प्रेक्षकांच्या गोंगाट गलबल्याच्या पातळीवर अवलंबून असते.

बंदिस्त जागेत लाऊडस्पीकर उभारणी

बंदिस्त जागी लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करताना अनेक समस्या निर्माण होतात. त्यांपैकी ध्वनिप्रतिपुष्टीच्या (Acoustic Feedback) समस्येशी ध्वनितंत्रज्ञास अनेकदा मुकाबला करण्याचे प्रसंग येतात आणि त्यादृष्टीने ध्वनिप्रतिपुष्टीविषयीचे सविस्तर विवेचन ह्या प्रकरणात केले

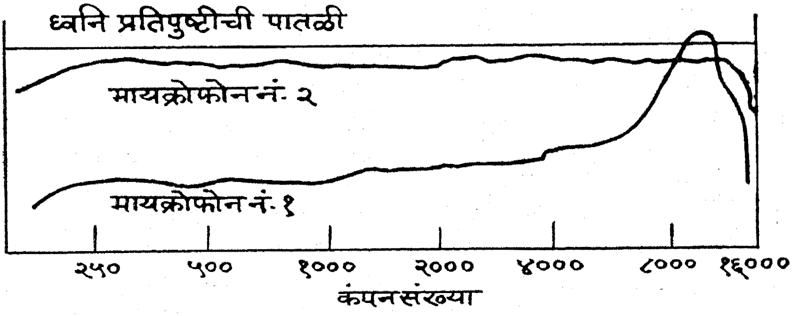
आहे. ध्वनिप्रतिपुष्टी टाळण्यासाठी योग्य दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रता असलेल्या व समान ध्वनिकंपता प्रतिसाद असलेल्या मायक्रोफोनची निवड करावी अशी शिफारस पूर्वी केलेलीच आहे.

ध्वनिप्रतिपुष्टी (Acoustic Feedback)

ध्वनिप्रतिपुष्टीची समस्या लाऊडस्पीकर्स व मायक्रोफोन्स ह्यांची एकमेकांच्या दृष्टीने योग्य जागी उभारणी न केल्यामुळेच सामान्यतः निर्माण होते. लाऊडस्पीकरतर्फे क्षेपित झालेल्या प्रवर्तित ध्वनिलहरी जर मायक्रोफोनमध्ये पुन्हा झेलल्या गेल्या तर ध्वनिप्रतिपुष्टीची निर्मिती होते. अशाप्रकारे मायक्रोफोनमध्ये झेलल्या गेलेल्या ध्वनिलहरींचे पुन्हां प्रवर्धन होते व त्या पुन्हा मायक्रोफोनमध्ये झेलल्या गेल्या की त्यांचे अधिक प्रवर्धन होते व ही क्रिया जर पुनः पुन्हा एकसारखी चालू राहिली तर लाऊडस्पीकरमधून जोरदार पातळीवर केंकाटल्यासारखे (Howling) किंवा कर्कश शिट्टयांचे आवाज निर्माण होऊ लागतात. ही क्रिया अर्थात खूपच जलद म्हणजे एक दोन सेकंदांच्या कालावधीतच घडून येते. अशा वेळी मायक्रोफोनपुढे संभाषण करण्याचा प्रयत्न केला तर परिस्थिती अधिकच बिकट होते व शेवटी कर्कश शिट्टयांच्या आवाजात संभाषण ऐकणे अशक्य होऊन जाते.

ध्वनिप्रतिपुष्टीचा वरील प्रकारचा उपद्रव निर्माण झाला म्हणजे विशिष्ट परिस्थितीत ध्वनिलहरींच्या प्रवर्धनाची पातळी किती वाढवावी ह्यावर एक जुलमी मर्यादा बसते. ध्वनिप्रवर्धनाची पातळी जर ह्या मर्यादेच्या खालच्या स्तरावरची असेल तर ध्वनिप्रतिपुष्टीचा उपद्रव सामान्यतः निर्माण होत नाही. परंतु आवाजाची पातळी जसजशी वाढवावी तसतशी अशी एक अवस्था प्राप्त होते की जेव्हा प्रत्येक शब्दाचा उच्चार झाल्याबरोबर लाऊडस्पीकरमधून एकसारखा प्रतिशब्द निर्माण होतो व तो सावकाशपणे विरू लागतो. अशा परिस्थितीत ध्वनिलहरींची पातळी ह्या मर्यादेपलिकडे उंचावण्याचा प्रयत्न केला तर वर वर्णन केलेले ध्वनिप्रतिपुष्टीचे अरिष्ट निर्माण होते. अशा परिस्थितीत एक उत्तम मार्ग म्हणजे ध्वनितंत्रज्ञाने व्हॉल्यूम कंट्रोलच्या साहाय्याने आवाजाची पातळी ताबडतोब कमी करून ध्वनिप्रतिपुष्टीचे अरिष्ट टाळण्याचा प्रयत्न केला पाहिजे. ध्वनिलहरींच्या प्रवर्धनाची पातळी कमी केली म्हणजे ध्वनिलहरी मायक्रोफोनमध्ये पुन्हा प्रविष्ट झाल्या तरी त्या कमजोर असल्यामुळे मायक्रोफोनमध्ये त्यांना विशेष प्रतिसाद मिळत नाही व त्यामुळे ध्वनिप्रतिपुष्टीचे अरिष्ट निर्माण होत नाही.

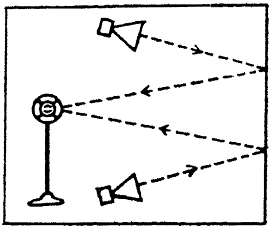
ह्या संदर्भात समान ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद असलेल्या मायक्रोफोनचा वापर करण्याचे महत्त्व ध्वनितंत्रज्ञाच्या चांगले ध्यानात येईल. आकृती ८–८ मध्ये मायक्रोफोन नं. १ व मायक्रोफोन नं. २ च्या



आकृती ८–८

ध्वनिकंप्रता प्रतिसादाचे आलेख दर्शविले आहेत. मायक्रोफोन नं. १ चा प्रतिसाद पुष्कळसा समसमान असला तरी त्यामध्ये सुमारे १० किलोसायकल कंपनसंख्येच्या जवळपास एक उंचवटा (peak) आहे व हा उंचवटा ध्वनिप्रतिपुष्टीची जी मर्यादा दर्शविली आहे त्यापेक्षा अधिक पातळीचा असल्याचे दिसून येईल. साहजिकच मायक्रोफोनमध्ये ह्या कंपनसंख्येची ध्वनिलहर निर्माण होताच ध्वनिप्रतिपुष्टीचे अरिष्ट ओढवते. मायक्रोफोन नं. २ चे कार्य मायक्रोफोन नं. १ पेक्षाही एकूण उच्च पातळीवरचे आहे. परंतु असे असूनही त्याचा प्रतिसाद मायक्रोफोन नं. १ पेक्षा समसमान असल्यामुळे त्यामध्ये उंचवटा नाही व मुख्य म्हणजे ध्वनिप्रतिपुष्टीची मर्यादा ओलांडली जात नसल्याने ह्या मायक्रोफोनच्या साहाय्याने ध्वनिप्रतिपुष्टी निर्माण न होऊ देता आवाजाचे त्यामानाने बऱ्याच प्रमाणात प्रवर्धन करणे शक्य होते.

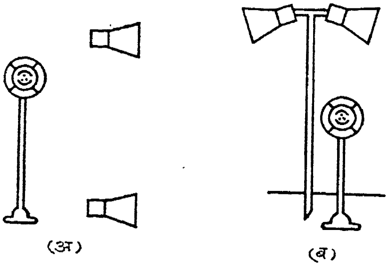
बंदिस्त जागी ध्वनिप्रतिपुष्टीची निर्मिती मात्र पुष्कळदा ध्वनि परावर्तनाने (sound reflection) होते. आकृती ८–९ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे सभागृहातील काँक्रीटच्या भिंतीपासून किंवा इतर कडक पृष्ठभागांपासून ध्वनिलहरी परावर्तित होऊन मायक्रोफोनमध्ये त्या पुनः पुन्हा झेलल्या जाऊन ध्वनिप्रतिपुष्टीची निर्मिती होण्याची फार शक्यता असते. एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या (unidirectional) मायक्रोफोनचा वापर अशा ठिकाणी करणे इष्ट असते. परंतु इतके करूनही ध्वनिप्रतिपुष्टी अटळ असेल तर सभागृहात आवाजाची पातळी जास्तीत जास्त किती स्तरापर्यंत उंचावता येईल हे ठरविण्याचे बाबतीत ध्वनितंत्रज्ञास बरीच चतुराई वापरावी लागते.



आकृती ८–९

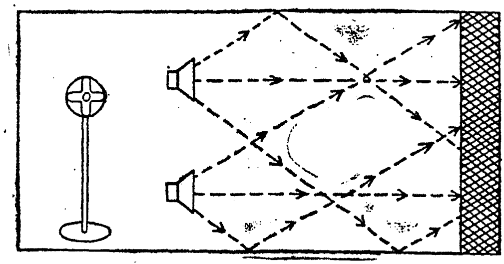
ध्वनिप्रतिपुष्टी टाळण्यासाठी मायक्रोफोन नेहमी लाऊडस्पीकर्सच्या मागील बाजूवर किंवा खालील बाजवर ठेवून तो लाऊडस्पीकरमधून ऐकू येणाऱ्या ध्वनिलहरींच्या टप्प्याबाहेर राहील अशी खबरदारी घेणे आवश्यक असते. त्यादृष्टीने बंदिस्त जागी केल्या जाणाऱ्या मायक्रोफोन व लाऊडस्पीकरच्या उभारणीची आदर्श पद्धत आकृती ८–१० (अ) आणि (ब) मध्ये दर्शविली आहे.

ध्वनिप्रतिपुष्टीचा उपद्रव कित्येकदा टोन कंट्रोलची जुळवणी करून टाळणे शक्य होते. ध्वनिप्रतिपुष्टीमुळे उत्पन्न होणाऱ्या कर्कश शिट्टचा उच्च स्वरात (high pitched) असतील तर टोन कंट्रोलच्या साहाय्याने अशा उच्च स्वरलहरींची कपात (treble cut) करून ध्वनिप्रतिपुष्टी टाळता येते. ध्वनिप्रतिपुष्टीमुळे निर्माण होणाऱ्या शिट्टचा मात्र कित्येकदा नीच स्वरांत (low-pitched) असतात व त्यांच्यावर आळा घालणे किंवा त्यांचे नियंत्रण करणे टोन कंट्रोलच्या कक्षे बाहेरचे असते. अशा परिस्थितीत मायक्रोफोन व पर्यायी लाऊडस्पीकर ह्यांच्या जागा बदलून प्रयोगांती ध्वनिप्रतिपुष्टी निर्माण होणार नाही अशी जागा शोधून निश्चित करण्याव्यतिरिक्त दुसरे गत्यंतर नसते.



आकृती ८–१०

बंदिस्त जागी तक्तपोशी, भिंती वगैरे सारख्या कठिण व कडक पृष्ठभागांपासून ध्वनि परावर्तन (sound reflection) होऊन ध्वनिप्रतिपुष्टी निर्माण होत असेल व मायक्रोफोन व लाऊड-स्पीकरची योग्य जागी उभारणी करून देखील ध्वनिप्रतिपुष्टीची समस्या सुटत नसेल तर ध्वनिप्रतिपुष्टी टाळण्यासाठी इतर खास उपाययोजना वापराव्या लागतात. अशा योजनांपैकी एका योजनेत ध्वनिशोषक (sound absorbing) पदार्थांचा वापर करून परावर्तित ध्वनिलहरी निर्माण होणार नाहीत अशी व्यवस्था केली जाते. उदाहरणार्थ, आकृती ८–११ मध्ये सभागृहातील समोरच्या भिंतीवर पडदे, झालरी व इतर ध्वनिशोषक शोभिवंत वस्तू ठेवून परावर्तनामुळे ध्वनिप्रतिपुष्टी निर्माण करणाऱ्या ध्वनिलहरी शोषून कशा नाहीशा करता येतात हे दर्शविले आहे.



आकृती ८–११

विशिष्ट स्थळी ध्वनिप्रतिपुष्टी टाळण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या सर्व उपाययोजना जेव्हा अपयशी ठरतात तेव्हा मायक्रोफोन एखाद्या ध्वनि अभेद्य कोठीत (sound-proof chamber) ठेवण्याची सोय करणे आवश्यक असते. मायक्रोफोनपुढे बोलणाऱ्या व्यक्तिने अशा कोठीत बसून संभाषण केले तर लाऊडस्पीकरतर्फे क्षेपित होणाऱ्या ध्वनिलहरींना मायक्रोफोनकडे पुन्हा पोहोचण्यास निर्बंध करणे शक्य होते.

ध्वनिनिनाद (Reverberation)

बंदिस्त अशा सभागृहांमध्ये ध्वनिनिनादाची (reverberation) समस्या कित्येकदा बरीच त्रासदायक होते. एक गंमतीदार गोष्ट म्हणजे ध्वनिनिनादाची उत्पत्ती सभागृहांमध्ये चाललेल्या कार्यक्रमाच्या ध्वनिलहरींपासूनच असते. कार्यक्रमाच्या ध्वनिलहरी सभागृहातील भिंती, तक्तपोशी वगैरेसारख्या (आणि विशेषत: घुमटाच्या आकाराच्या तक्तपोशीच्या) कठिण व कडक पृष्ठभागापासून वारंवार परावर्तित होऊ लागल्या तर अशी अवस्था निर्माण होते की परावर्तित लहरींच्या गोंधळात मूळ कार्यक्रमाच्या ध्वनिलहरी स्वच्छ व स्पष्टपणे ऐकू येणे कठीण आणि अतिरेकी परिस्थितीत तर अशक्य होऊन बसते. अशा प्रसंगी आवाजाचे अधिक प्रवर्धन करण्याचा प्रयत्न केला तर ध्वनिनिनादही अधिक वाढतो व त्यामुळे अधिकच गोंधळ निर्माण होतो.

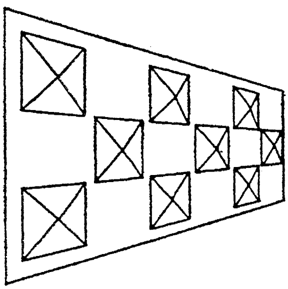
वरील प्रकारे निर्माण होणारा ध्वनिनिनाद सभागृहातील पृष्ठभागाच्या ध्वनि परावर्तनाच्या व ध्वनिशोषणांच्या गुणधर्मांवर अवलंबून असतो. ध्वनि परावर्तन (sound reflection) व ध्वनिशोषण (sound absorption) करणाऱ्या पृष्ठभागांचे अन्योन्य प्रमाण कमी अधिक केले तर ध्वनिनिनादाचे नियंत्रण करणे शक्य होते. सभागृहांत ध्वनिशोषक पृष्ठभाग जर जास्त प्रमाणात असतील तर ध्वनिनिनादाचा कालावधि (reverberation time) कमी होतो. उलटपक्षी, ध्वनिपरावर्तन करणारे पृष्ठभाग त्यामानाने जास्त प्रमाणात असतील तर ध्वनिनिनादाच्या कालावधीत वाढ होते. सामान्यत: लाकडी भिंती, प्लॅस्टर, काच, काँक्रीट, चिनी मातीची फरशी वगैरे सारख्या कठीण व कडक पदार्थांपासून ध्वनि परावर्तन होते. फटी व छिद्रे असलेल्या विटा किंवा काँक्रीटचे पृष्ठभाग, भिंतीवर खास निर्माण केलेली छिद्रे व अनुनादी पोकळी, जाडजुड

पडदे व झालरी, ठासून भरगच्च भरलेले फर्निचर व सामानसुमान, इमारतीचे लाकूड काम वगैरे सारख्या पदार्थांमुळे आणि सर्वांत मजेदार गोष्ट म्हणजे प्रत्यक्ष श्रोतृसमुदायामुळे ध्वनिशोषण (sound absorption) होण्यास मदत होते.

ध्वनिनिनादाच्या निर्मितीस मूलतः कारणीभूत होणारी ध्वनि परावर्तनाची क्रिया थोपविण्यासाठी दोन उपाययोजना विशेष प्रचलित आहेत.

(१) सभागृहांतील भिंतीवर (विशेषतः लाऊडस्पीकर्सच्या समोरील भिंतीवर) ध्वनिशोषक पदार्थ वापरणे.

(२) परावर्तित होणाऱ्या ध्वनिलहरी इतस्ततः फैलावतील अशा खास ध्वनि फैलावणाऱ्या पृष्ठभागांचा (scatter surfaces) उपयोग करणे. आकृती ८–१२ मध्ये भिंतीवर बसविल्या जाणाऱ्या ध्वनि फैलावणाऱ्या पृष्ठभागाचा एक प्रकार नमुन्यादाखल दर्शविला आहे.



आकृती ८–१२

संपूर्ण भिंतीवर ध्वनिशोषक (sound absorbing) पदार्थाचे आच्छादन बसविले तर सभागृहातील ध्वनिनिनादाचे प्रमाण बरेच कमी होईल अशी व्यवस्था करता येते. सभागृहातील ध्वनिनिनाद नाहीसा झाला तर संभाषणामध्ये स्पष्टपणात व स्वच्छपणात विस्मयकारक वाढ होते. परंतु संगीत कार्यक्रमांसाठी काही विशिष्ट प्रमाणात ध्वनिनिनाद आवश्यक असतो, नाही तर संगीताचे कार्यक्रम अगदी निर्जीव वाटू लागतात. अशा परिस्थितीत ध्वनिशोषक पदार्थांऐवजी ध्वनिलहरी फैलावणाऱ्या पृष्ठभागांचे भिंतीवर आच्छादन वापरले तर त्याचा ध्वनिनिनादावर एकंदरीत जाणवण्याइतका परिणाम न होता ध्वनिपरावर्तनाने गोंधळ निर्माण करणाऱ्या ध्वनिलहरींवर मात्र यशस्वीरीतीने आळा घालता येतो.

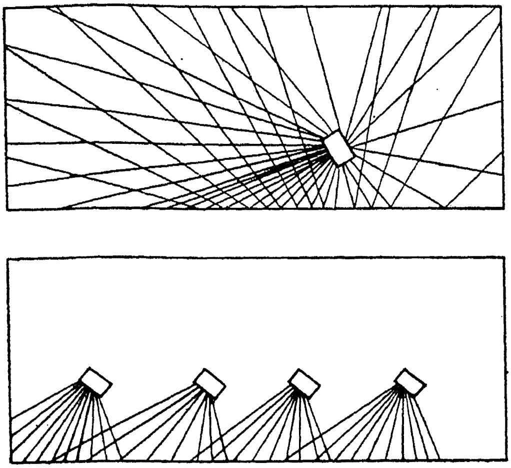
वरील विवेचन केवळ तात्त्विक चर्चा ह्या दृष्टीनेच महत्त्वाचे आहे. सर्वसामान्य परिस्थितीत ध्वनि तंत्रज्ञास वरील प्रकारच्या उपाययोजना वापरण्याचे प्रसंग सहसा येत नाहीत. सर्वसामान्यपणे सभागृहामध्ये आहे त्या परिस्थितीत व जास्त दूरगामी उपाययोजना न वापरता ध्वनिनिनादाची समस्या कशी सोडवावी हाच विचार ध्वनितंत्रज्ञापुढे प्रामुख्याने असतो. अशा परिस्थितीत ध्वनिनिनादावर तोडगा म्हणून दुसऱ्या साध्या उपाययोजना वापराव्या लागतात. ह्या उपाययोजना म्हणजे—

(१) आवाज कमी पातळीवर ठेवून ध्वनिवितरण करण्याचे तंत्र (technique of low-level sound distribution) वापरणे.

(२) खास दिशावाही क्षेपण करणारे लाऊडस्पीकर्स (directional loudspeakers) वापरून फक्त ज्या जागी श्रोतृसमुदाय बसलेला असेल त्या क्षेत्रापुरतेच ध्वनिक्षेपण मर्यादित करून व त्यामुळे ध्वनिलहरींचे सभागृहात इतरत्र क्षेपण होणार नाही अशी व्यवस्था करून परावर्तन (reflection) होण्यास मूलतःच प्रतिबंध करणे.

आवाज कमी पातळीवर ठेवून ध्वनिवितरण करण्याचे तंत्र (Technique of low-level sound distribution)

ध्वनिनिनादावर एक प्रभावी तोडगा ह्या दृष्टीने आवाज कमी पातळीवर ठेवून ध्वनिवितरण करण्याचे तंत्र कित्येकदा उपयुक्त ठरते. ह्या तंत्राप्रमाणे सभागृहामध्ये कमी विद्युतबलाचे लहान आकाराचे अनेक लाऊडस्पीकर्स उभारले जातात व सभागृहामध्ये त्यांची अशी वाटणी करता येते की, श्रोतृसमुदायाच्या विशिष्ट गटासाठी (उदाहरणार्थ, १०० श्रोत्यांच्या एका गटासाठी) प्रत्येकी एक लाऊडस्पीकर वापरता येतो व शिवाय त्याची उभारणीही श्रोत्यांच्या अशा गटाच्या अगदी नजीक अंतरावर होईल अशी योजना करता येते. अशा प्रकारे अनेक लाऊडस्पीकर्स उभारण्याची व्यवस्था केली की, श्रोतृसमुदायातील निरनिराळ्या गटांमधील व्यक्तीस आपल्या नजीकच्या लाऊडस्पीकर-मधून क्षेपित झालेला आवाज सरळ ऐकू येतो. लाऊडस्पीकर्समधून क्षेपित होणाऱ्या ध्वनिलहरींची पातळी जर कमी (low level) ठेवली तर प्रत्येक गटातील श्रोत्यांना आवाज सुस्पष्टपणे तर ऐकता येतोच परंतु मुख्य फायदा म्हणजे सभागृहाच्या इतरत्र पोकळीत आवाज फैलावत नाही व त्यामुळे ध्वनिनिनाद निर्माण होत नाही.



आकृती ८–१३

आकृती ८–१३ मध्ये सर्वसामान्य ध्वनिक्षेपण व ध्वनिवितरण करण्याची पद्धती व अनेक लाऊडस्पीकर्सचा वापर करून कमी पातळीवर ध्वनिक्षेपण व ध्वनिवितरण करण्याचे खास तंत्र ह्यामधील फरक दर्शविला आहे.

खास दिशावाही ध्वनिक्षेपण करणाऱ्या लाऊडस्पीकर्सचा वापर (Use of directional loudspeakers)

दिशावाही ध्वनिक्षेपण करण्याच्या तंत्राचा अवलंब करताना हल्ली लाऊडस्पीकर स्तंभांचा (loudspeaker columns) वापर बराच प्रचलित आहे. विशेषत: उंच व घुमटाचा आकार असलेल्या तक्तपोशींच्या सभागृहांत व कमानींमध्ये ध्वनिलहरी घुमत राहात असतील तर लाऊडस्पीकर स्तंभाचा वापर प्रभावी असतो. कारण लाऊडस्पीकर स्तंभाच्या साहाय्याने प्रकरण ५ मध्ये विवेचन केल्याप्रमाणे ध्वनिलहरींचा स्रोत विशिष्ट क्षेत्रावर मर्यादित करता येतो आणि ऊर्ध्व दिशेस होणारे क्षेपण थोपविता येते व त्यामुळे ध्वनिनिनादावर आळा घालता येतो.

ध्वनिनिनादाचे मूल्यमापन

सभागृहातील ध्वनिनिनादाविषयीचा स्थूलमानाने अंदाज घेण्यासाठी पूर्वी प्रकरण ७ मध्ये विशिष्ट स्थळी गोंगाट गलबल्याच्या पातळीचे मूल्यमापन करण्यासाठी जी पद्धती वापरली जाते त्या सारख्याच

पद्धतीचा अवलंब करता येतो. असा अंदाज घेण्याकरता विवक्षित सभागृहामध्ये कांही अंतरावर असलेल्या एखाद्या व्यक्तीशी संभाषण करण्याचा प्रयत्न करावा. अशा व्यक्तीचे संभाषण आपणास किती प्रमाणात स्पष्टपणे व सुबोधपणे ऐकू येईल व समजू शकेल ह्या कसोटीवरून सभागृहातील ध्वनिनिनादाविषयीचे चांगले मूल्यमापन करता येते. जर अशा व्यक्तीला त्याचे संभाषण नीट ऐकू येण्यासाठी आपणापासून त्यामानाने बऱ्याच कमी अंतरावरून संभाषण करावे लागत असेल तर सभागृहातील ध्वनिनिनाद समस्या निर्माण करणारा आहे असे अनुमान काढण्यास हरकत नसते. व्यक्तीचे संभाषण दूर अंतरावरूनही स्पष्टपणे ऐकू येत असेल व नीटपणे समजू शकत असेल तर सभागृहात ध्वनिनिनादाच्या बाबतीत ध्वनितंत्रज्ञास विशेष अडचणी उत्पन्न होणार नाहीत असा अंदाज बांधण्यास हरकत नसते. ध्वनिनिनादाच्या समस्येच्या संदर्भात विशिष्ट सभागृहात व्यक्तीचे संभाषण जास्तीत जास्त किती अंतरावरून स्पष्ट व सुबोधतेने ऐकणे शक्य असते ह्या मूल्यमापनावरून लाऊडस्पीकरची उभारणी श्रोतृसमुदायापासून कमीत कमी किती अंतरावर केली पाहिजे ह्या विषयीचा अचूक निर्णय घेणे शक्य असते.

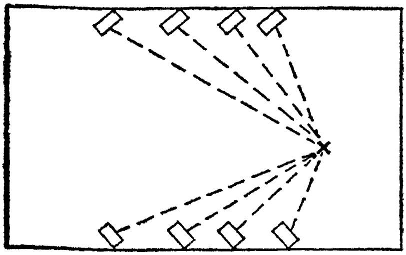
कालमानातील अंतराची (Time lag) समस्या व कालविलंबाचे तंत्र (Time delay technique)

श्रोतृसमुदायाची संख्या जेव्हा जास्त प्रमाणात असते व ध्वनिलहरींचे नीट वितरण किंवा वाटप करण्यासाठी सभागृहामध्ये जेव्हा अनेक लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करावी लागते तेव्हा निरनिराळ्या लाऊडस्पीकर्समधून ऐकू येणाऱ्या ध्वनिलहरींच्या बाबतीत कालमानातील अंतराची (time lag) किंवा time difference) समस्या निर्माण होते. सभागृहात बसलेल्या श्रोत्यास आपल्या जागेपासून निरनिराळ्या अंतरावर असलेल्या लाऊडस्पीकर्समधून तोच शब्द विशिष्ट कालाच्या अंतराने किंवा फरकाने अनेक वेळा ऐकू येऊ लागतो व असे कालांतर सर्वसामान्य सभागृहामध्ये त्यामानाने अतिशय स्वल्प असल्याने संभाषणाच्या आवाजात एक चमत्कारिक गोंधळ व त्यामुळे दुर्बोधता निर्माण होते.

वरील प्रकारची समस्या निर्माण होण्याचे कारण म्हणजे ध्वनिलहरी प्रकाश किंवा विद्युतलहरींच्या मानाने बऱ्याच मंद गतीने प्रवास करतात. प्रकाश किंवा विद्युतलहरींची गती दर सेकंदास १,८६,००० मैल असते तर ह्या उलट ध्वनिलहरींची गती दर सेकंदास सुमारे १,१०० फूट (३७० यार्ड किंवा ३३० मीटर) असते. ह्याचा प्रत्यय आपणापैकी कित्येकास क्रिकेटची मॅच बघताना आलेला असेल. फलंदाजाने चेंडूस बॅटचा फटकारा मारल्यानंतर फलंदाजापासून ३७० यार्ड अंतरावर बसलेल्या प्रेक्षकास बॅटच्या फटकाऱ्याचा आवाज जवळजवळ एक सेकंदानंतर ऐकू येतो. आता अशी कल्पना करा की फलंदाजाजवळ हा आवाज झेलण्यासाठी एक मायक्रोफोन ठेवला असून ॲम्प्लिफायरतर्फे प्रवर्धित झालेला हा आवाज प्रेक्षकाच्या नजीक उभारणी केलेल्या लाऊडस्पीकरमधून ऐकण्याची व्यवस्था केलेली आहे. अशा परिस्थितीत लाऊडस्पीकरमधून ऐकू येणारा आवाज बॅटच्या फटकाऱ्याबरोबर लगेच ऐकू येईल व नंतर सुमारे एक सेकंदाच्या कालांतराने प्रत्यक्ष बॅटच्या फटकाऱ्यामुळे निर्माण झालेला आवाज ऐकू येईल. थोडक्यात म्हणजे एक सेकंदाचे कालांतर असलेल्या दोन स्वतंत्र ध्वनिलहरी प्रेक्षकास अशा परिस्थितीत ऐकू येतील.

ज्या सभागृहामध्ये अनेक लाऊडस्पीकर्सची उभारणी केलेली असते अशा सभागृहामध्ये बसलेल्या श्रोत्यांस ध्वनिलहरींच्या कालमानात अंतर पडल्याने एकच शब्द श्रोत्यांपासून निरनिराळ्या

अंतरांवरील लाऊडस्पीकर्समधून अनेकदा ऐकू येतो. आकृती ८–१४ मध्ये फुलीने दर्शविलेल्या जागी बसलेल्या श्रोत्यांस निरनिराळ्या अंतरावरील लाऊडस्पीकर्समधून एकच आवाज कालांतराने अनेकदा कसा ऐकू येईल हे दर्शविले आहे. श्रोत्यास अशा परिस्थितीत प्रथम त्याच्या अगदी नजीक असलेल्या लाऊडस्पीकरमधून आवाज ऐकू येतो व त्यानंतर क्रमशः अधिकाधिक दूर अंतरावरील लाऊडस्पीकर्समधून तोच आवाज कालमानातील अधिकाधिक अंतराने किंवा फरकाने ऐकू येऊ लागतो व आवाजात त्यामुळे बरीच दुर्बोधता निर्माण होते.



आकृती ८–१४

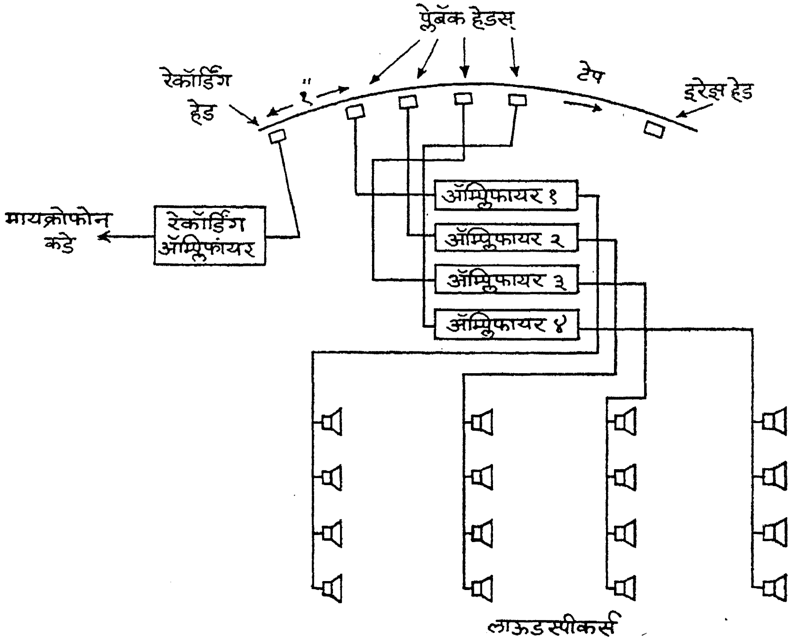
क्रिकेट मॅचच्या व्यावहारिक उदाहरणात प्रेक्षक फलंदाजापासून ३७० यार्ड अंतरावर असल्याचे मानल्यामुळे ह्या उदाहरणात कालांतर सुमारे एक सेकंदाचे असते, असा निर्देश नुकताच केला होता. वास्तविक पाहता एक सेकंदाचे कालांतर काही जास्त कालावधी नाही. परंतु ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत १०० फूट अंतरावर होणारे सुमारे $\frac{१}{१०}$ सेकंदाचे किंवा १०० मिलीसेकंदाचे कालान्तरही जास्त असते असे म्हणावे लागेल. आवाजातील स्पष्टपणा व सुबोधता अबाधित राहण्यासाठी ५० किंवा ६० मिलीसेकंदाचे कालांतरही चालू शकत नाही.

वर वर्णन केलेली कालमानात पडणाऱ्या अंतराने (time lag) निर्माण होणारी समस्या सोडविण्यासाठी गतकालापासून निरनिराळ्या काही उपाययोजना अंमलात आणल्या गेल्या आहेत. अर्थात्, त्या सर्वांचे उद्दिष्ट एकच आणि ते म्हणजे श्रोत्यास निरनिराळ्या अंतरावरील लाऊडस्पीकर्स-मधून एकच शब्द कालांतराने अनेकदा ऐकू न येईल अशी व्यवस्था करणे. अशा व्यवस्थेत ध्वनिलहरींच्या मूळ उगमस्थानापासून किंवा इतरत्र दुसऱ्या लाऊडस्पीकर्समधून निर्माण होणाऱ्या ध्वनिलहरींना विवक्षित जागी पोहोचण्यास जेवढे कालांतर लागेल तेवढ्या कालविलंबानंतर (time delay) अशा विवक्षित जागी असलेल्या लाऊडस्पीकरमधून त्या ऐकू येतील अशी योजना करणे. अशी योजना केली म्हणजे विवक्षित लाऊडस्पीकरच्या नजीक बसलेल्या व्यक्तीस इतर सर्व लाऊडस्पीकर्समधून एकच शब्द अनेकदा ऐकू न येता एकाच वेळी ऐकू येतो व त्यामुळे वक्त्याच्या संभाषणात दुर्बोधता निर्माण होत नाही.

सर्वसामान्य परिस्थितीत लाऊडस्पीकर स्तंभाचा वापर करून कालमानातील अंतराची (Time lag) समस्या आपोआप सुटते. सामान्यतः मोठ्या सभागृहामध्ये देखील एक किंवा दोन लाऊडस्पीकर स्तंभांच्या जोड्या वापरून काम भागत असल्याने कालमानातील अंतराची समस्या प्रकर्षाने भासत नाही.

अत्याधुनिक व प्रगत योजनांसाठी कृत्रिमरीत्या कालविलंब (Time delay) निर्माण करण्या-साठी टेपरेकॉर्डरचा वापर करणारी एक अभिनव योजना बरीच प्रचलित आहे. आकृती ८–१५ मध्ये अशा योजनेचा एक आराखडा नमुन्यादाखल दिला आहे. आकृतीमध्ये अखंड फिरती असलेली टेप दर्शविली आहे. ह्या टेपच्या साहाय्याने काल विलंब निर्माण करणे शक्य होते. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वापरल्या जाणाऱ्या मायक्रोफोनमध्ये उत्पन्न होणाऱ्या विद्युत्‌लहरी रेकॉर्डिंग

ॲम्प्लिफायरतर्फे प्रवर्धित केल्या जातात व त्यांची रवानगी रेकॉर्डिंग हेडकडे केली जाते व त्यामुळे कार्यक्रमाचे टेपवर मुद्रण होते. रेकॉर्डिंग हेडनंतर असलेल्या निरनिराळ्या प्लेबॅक हेड्सतर्फे टेपवरील ध्वनि मुद्रणाची पुनरुत्पत्ती करता येते. टेपवर मुद्रण झाल्यानंतर प्रत्येक प्लेबॅक हेडतर्फे अशा मुद्रणाची पुनरुत्पत्ती होण्याचा कालावधी टेपच्या भ्रमणाची गती व रेकॉर्डिंग हेड आणि विवक्षित प्लेबॅक हेड



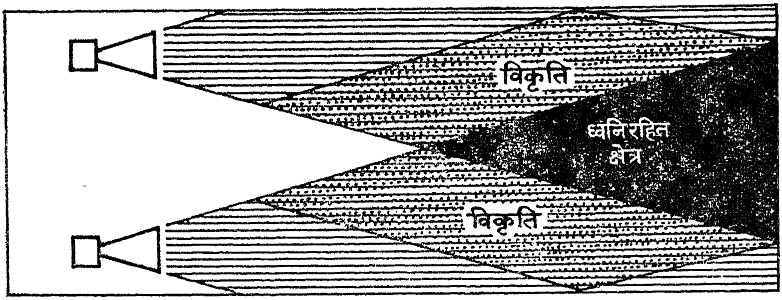
आकृती ८–१५

ह्यांमधील अंतरावर अवलंबून असतो. उदाहरणार्थ, टेपची गती जर दर सेकंदास ३० इंच असेल आणि रेकॉर्डिंग हेड व प्लेबॅक हेड ह्यांमधील अंतर एक इंच असेल तर पुनरुत्पत्तीचा कालावधी सुमारे ३३ मिलीसेकंद असतो. रेकॉर्डिंग हेड व विवक्षित प्लेबॅक हेड ह्यांमधील अंतर कमी अधिक करून हा कालावधी पाहिजे तेवढा निश्चित करता येतो. प्रत्येक प्लेबॅक हेडची जोडणी आकृतीमध्ये दर्शविल्याप्रमाणे एका स्वतंत्र ॲम्प्लिफायरशी केलेली असते व त्यामधून प्रवर्धित झालेल्या लहरी विवक्षित जागी उभारणी केलेल्या लाऊडस्पीकरशी संबंधित केलेल्या असतात. रेकॉर्डिंग हेड व प्लेबॅक हेड ह्यांमधील अंतराची योग्य जुळवणी करून विवक्षित लाऊडस्पीकरमधून उत्पन्न होणाऱ्या ध्वनिलहरींमध्ये आवश्यक तेवढा कालविलंब (Time delay) निर्माण करता येतो. सर्व प्लेबॅक हेड्सनंतर "इरेझ हेड" बसविलेले असते. टेप ह्या सर्व प्लेबॅक हेडच्या पुढील बाजूवरून पुढे सरकल्या नंतर ती इरेझ हेड पुढे आल्यानंतर टेपवरील मुद्रण पुसले जाते. टेप अखंड रीतीने भ्रमण करीत असल्याने ध्वनिमुद्रणाची, ध्वनि पुनरुप्तत्तीची व ध्वनिमुद्रण पुसून नाहीसे करण्याची क्रिया अखंड चालू राहाते.

लाऊडस्पीकर्सची एकतालता (Loudspeaker phasing)

विशेषत: बंदिस्त जागी जेव्हा दोन किंवा अधिक लाऊडस्पीकर्सची एकाच जोडतारेशी किंवा आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर सेकंडरी कॉईलशी जोडणी करून त्यांची उभारणी जेव्हा एकमेकांच्या सान्निध्यात केलेली असते तेव्हा त्यांची ' एकतालता ' (phasing) साधण्याचे तांत्रिक पथ्य मोठ्या कटाक्षाने पाळणे आवश्यक असते. त्या दृष्टीने प्रथम ' एकतालता ' म्हणजे काय ह्या विषयीचे थोडक्यात विवेचन येथे केले पाहिजे.

ह्यासाठी अशी कल्पना करा की, श्राव्य विद्युत लहरींची पुनरुत्पत्ती होते वेळी एकमेकांच्या सान्निध्यात असलेल्या दोन लाऊडस्पीकर्सपैकी एका विवक्षित क्षणाला पहिल्या लाऊडस्पीकरची व्हॉईस कॉईल व शंक्वाकृती पडदा (Cone) लाऊडस्पीकर चुंबकापासून दूर आकर्षिला जात आहे. अशा वेळी नजीकच असलेल्या दुसऱ्या लाऊडस्पीकरची व्हॉईस कॉईल व शंक्वाकृती पडदा जर विरुद्ध दिशेने म्हणजे त्याच्या चुंबकाकडे आकर्षिला जात असेल तर पहिल्या लाऊडस्पीकरच्या आवाजाने दुसऱ्या लाऊडस्पीकरच्या आवाजात कपात होऊन एका विवक्षित क्षेत्रात कांहीच आवाज ऐकू येत नाही असे



आकृती ८–१६

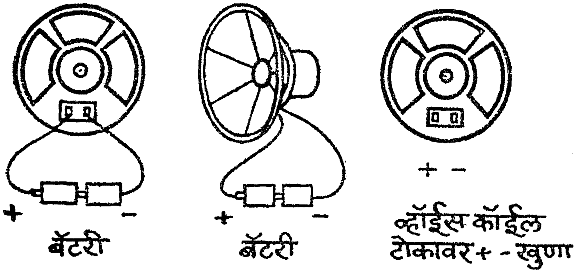
'अचेतन क्षेत्र ' किंवा ध्वनिरहित क्षेत्र निर्माण होते व इतर काही ठिकाणी आवाजात एक प्रकारची चमत्कारिक विकृती (Distortion) उत्पन्न होत असल्याचे प्रत्ययास येते. आकृती ८-१६ पहा. एकमेकांच्या सानिध्यात असलेल्या दोन लाऊडस्पीकर्सची तोंडे जेव्हा एकाच दिशेस असतात तेव्हा कोणत्याही विवक्षित क्षणाला दोन्ही लाऊडस्पीकर्सचे शंक्वाकृती पडदे (Cones) पुढे किंवा मागे एकातालात हालणे फार आवश्यक असते. ह्याचा अर्थ एका लाऊडस्पीकरचा शंक्वाकृती पडदा जेव्हा पुढील दिशेस हालतो त्याच वेळी दुसऱ्या लाऊडस्पीकरचा शंक्वाकृती पडदा पुढील दिशेस हालतो व एका लाऊडस्पीकरचा शंक्वाकृती पडदा जेव्हा मागील दिशेस हालतो त्याच वेळी दुसऱ्या लाऊडस्पीकरचा शंक्वाकृती पडदाही मागील दिशेस हालतो. ह्यालाच लाऊडस्पीकर्सची ' एकतालता ' असे म्हणतात. लाऊडस्पीकर्सची अशी ' एकतालता ' साधलेली असली म्हणजे वर उल्लेख केल्याप्रमाणे ध्वनिरहित क्षेत्र अगर आवाजातील विकृती निर्माण होत नाही. विशेषत: कर्ण्यांच्या लाऊडस्पीकर्सच्या बाबतीत ' एकतालता ' (phasing) साधणे अत्यंत महत्त्वाचे असते.

लाऊडस्पीकर्सची ' एकतालता ' (phasing) साधली गेली आहे किंवा नाही हे तपासण्यासाठी वापरली जाणारी एक अगदी साधी व सोपी पद्धत म्हणजे दोन लाऊडस्पीकर्सच्या कक्षेत असलेल्या सामाईक जागी लाऊडस्पीकर्सच्या समोर उभे राहून दोन्ही लाऊडस्पीकर्समधून ऐकू येणारा

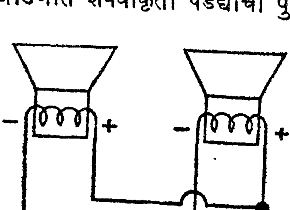
आवाज ऐकणे. असे करीत असताना दोन्हींपैकी कोणत्याही एका लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलशी जोडलेली जोडतारेची टोके पालटून पहावीत. लाऊडस्पीकर्सची एकतालता (phasing) साधलेली नसेल तर दोन्ही लाऊडस्पीकर्समधून ऐकू येणाऱ्या आवाजात कमजोरपणा व विकृती निर्माण झालेली आढळून येईल. ह्या उलट, एकतालता साधली गेली तर दोन्ही लाऊडस्पीकर्समधून ऐकू येणाऱ्या आवाजाच्या दर्जात व पातळीत लगेच जाणवेल इतका फरक पडेल.

"एकतालता" साधण्याच्या दृष्टीने दुसरी एक अधिक निश्चित स्वरूपाची उपाययोजना सामान्यतः वापरली जाते व ती बरीच प्रचलित आहे. ह्या उपाययोजनेप्रमाणे लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलच्या टोकांवर विशिष्ट अशा खुणा करून ठेवता येतात व ह्या खुणांच्या सहाय्याने लाऊडस्पीकर्सची एकतालता साधण्यास मदत होते. लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलच्या टोकांवर अशा खुणा करण्यासाठी १½ ते ३ व्होल्ट विद्युतदाबाच्या बॅटरीचा उपयोग करता येतो. ह्या खुणा करण्यासाठी खालील कृती वापरली जाते.

बॅटरीच्या धन व ऋणाग्राची प्रथम एका लाऊडस्पीकरच्या व्हॉईस कॉईलच्या टोकाशी जोडणी करून पहावी. बॅटरीच्या विद्युतदाबामुळे बॅटरीची अशी जोडणी केल्याबरोबर लाऊडस्पीकरच्या शंक्वाकृती पडद्याची पुढे किंवा मागे तात्काळ हालचाल झालेली दिसेल. पडद्याची कोणत्या दिशेला हालचाल झालेली आहे ह्याची नोंद घ्यावी. अशी कल्पना करा की आकृती ८–१७ मध्ये दर्शविल्या-प्रमाणे लाऊडस्पीकरच्या शंक्वाकृती पडद्याची हालचाल पुढील दिशेस ेत आहे. अशा परिस्थितीत लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलच्या ज्या टोकाशी बॅटरीचे धनाग्र जोडलेले असेल त्या टोकावर + खूण करावी व ज्या टोकाशी बॅटरीचे ऋणाग्र जोडलेले असेल त्या टोकावर – खूण करावी. ह्याच पद्धतीने इतर दुसऱ्या लाऊडस्पीकर्सची चाचणी करावी. बॅटरीच्या ज्या जोडणीत शंक्वाकृती पडद्याची पुढील दिशेस हालचाल होईल त्या जोडणीत बॅटरीचे धनाग्र व्हॉईस कॉईलच्या ज्या टोकाशी जोडलेले असेल त्यावर + खूण व ऋणाग्र ज्या टोकाशी जोडलेले असेल त्यावर – खूण करावी. लाऊडस्पीकरच्या व्हॉईस कॉईल टोकांवरील अशा + व – चिन्हांच्या खुणांच्या सहाय्याने लाऊडस्पीकर्सची "एकतालता" साधण्यासाठी योग्य जोडणी करणे सुलभ जाते. उदाहरणार्थ, दोन लाऊडस्पीकर्सची जेव्हा समान्तर जोडणी करावयाची असते तेव्हा एका लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलचे + अशी खूण केलेले टोक दुसऱ्या लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलच्या + अशी खूण केलेल्या टोकास व – अशी खूण असलेले



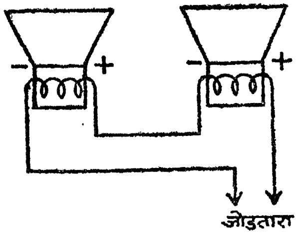
आकृती ८–१७



आकृती ८–१८

टोक – अशी खूण असलेल्या टोकास जोडले व नंतर त्यांची सामाईक जोडतारेशी जोडणी केली म्हणजे लाऊडस्पीकर्सची एकतालता आपोआप साधली जाते. आकृती ८–१८ पाहा.

दोन किंवा अधिक लाऊडस्पीकर्सची जेव्हा एकसरी जोडणी करावयाची असते तेव्हा एका लाऊडस्पीकरच्या व्हॉईस कॉईलचे + अशी खूण असलेले टोक दुसऱ्या लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलच्या – अशी खूण असलेल्या टोकाशी व नंतर पहिल्या लाऊडस्पीकरचे – अशी खूण असलेले टोक व दुसऱ्या लाऊडस्पीकरचे + अशी खूण असलेले टोक सामाईक जोडतारेशी जोडले म्हणजे दोन लाऊडस्पीकर्सची एकतालता निश्चितपणे साधता येते. आकृती ८–१९ पाहा.



आकृती ८–१९

दोनपेक्षा अधिक लाऊडस्पीकर्सची समान्तर किंवा एकसरी जोडणी करताना वरील तत्त्वांचा अवलंब केल्यास त्या सर्वांची एकतालता निश्चितपणे साधता येते.

लाऊडस्पीकर्स एकमेकांच्या सान्निध्यात असले तरच एकतालता आवश्यक असते. लाऊडस्पीकर्स एकमेकांपासून बऱ्याच दूर अंतरावर असतील तर त्यांच्या कार्यांत एकतालता असण्याची गरज नसते. त्याचप्रमाणे दोन लाऊडस्पीकर्स एकमेकांच्या सान्निध्यात असले परंतु त्यांची तोंडे जर एकमेकांविरुद्ध असली तर त्यांच्या हालचालीत " एकतालता " असता कामा नये हे येथे मुद्दाम नमूद केले पाहिजे. ह्याचे कारण म्हणजे विरुद्ध दिशेस तोंडे असलेल्या लाऊडस्पीकर्सच्या शंक्वाकृति पडद्यांची विरुद्ध दिशेची हालचाल ध्वनि पुनरुत्पत्तीच्या दृष्टीने एकमेकास पोषक असल्याने अशा परिस्थितीत अशा प्रकारची विरुद्ध दिशेची हालचाल आवश्यक असते.

□ □ □

प्रकरण ९

काही सर्वसंमत ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था पूर्वी उल्लेख केल्याप्रमाणे विविध क्षेत्रांत वापरल्या जातात आणि अशा विविध क्षेत्रांच्या म्हणून काही विशिष्ट समस्या आढळून येतात. ह्या समस्या लक्षात घेऊन योग्य उपकरणांची व साधनसामग्रीची निवड ह्या व्यवस्थांसाठी करावी लागते. ह्या प्रकरणात काहीं सर्वसंमत ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थांविषयीचे समालोचन केले आहे.

लहान सभागृहे

संभाषणे, संगीत कार्यक्रम वगैरेंसारख्या कार्यक्रमांसाठी वापरल्या जाणाऱ्या लहान सभागृहांमध्ये विशिष्ट सभागृहाच्या ध्वनि व श्रवणसंबंधित गुणधर्मांचा (Acoustics) आवाजाच्या सुस्पष्टतेवर सामान्यतः फारसा गंभीर असा परिणाम सहसा होत नाही असे आढळते. त्यादृष्टीने अशा लहान सभागृहांमध्ये एक मोठा कॅबिनेट लाऊडस्पीकर वापरता येतो व तो सभागृहात स्टेजच्या सुमारे १०–१२ फूट उंचीवर बसविता येतो. सर्व श्रोत्यांना कार्यक्रम चांगल्या प्रकारे ऐकू यावा ह्यासाठी लाऊडस्पीकर कॅबिनेट श्रोत्यांकडे योग्य तसे कलते करून बसविता येते. सामान्यतः लहान सभागृहातील कार्यक्रमांसाठी रिबन व मुव्हिंग कॉईल मायक्रोफोन्स विशेष वापरले जातात. ह्या दोन्ही मायक्रोफोन्सच्या आवाजाचे गरज असल्यास मिश्रण करण्याची सोय आवश्यक असते. शिवाय ग्रामोफोन रेकॉर्ड वाजविण्यासाठी रेकॉर्ड प्लेअरची सोयही सामान्यतः केली जाते. लहान सभागृहांमध्ये जास्त विद्युतबलाच्या ॲम्प्लिफायरची गरज नसते, त्यामुळे सुमारे २० वॅट विद्युत-बलाचा ॲम्प्लिफायर पुरेसा असतो.

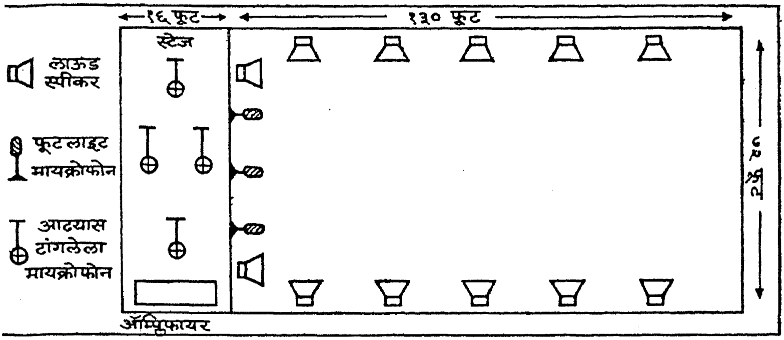
मोठे सभागृह

मोठ्या सभागृहांमध्ये प्रसंगानुरूप विविध प्रकारचे कार्यक्रम केले जातात. उदाहरणार्थ, (१) संभाषणांचे कार्यक्रम, (२) नाटकांचे व संगीताच्या बैठकींचे कार्यक्रम, (३) प्रदर्शने व त्यासाठी आवश्यक पार्श्वसंगीत, (४) नृत्य, नकला, जादूचे प्रयोग वगैरेंसारखे कार्यक्रम व त्यासाठी ग्रामोफोन रेकॉर्डस् वाजविणे. अशा निरनिराळ्या कार्यक्रमांसाठी आवश्यक व योग्य फेरबदल करता येतील अशी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था उभारणे इष्ट असते.

मोठ्या सभागृहांमध्ये वापरले जाणारे लाऊडस्पीकर्स भिंतींवर ८–१० फूटाच्या उंचीवर कलत्या कॅबिनेटमध्ये उभारले जातात व असे कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्स अंतराअंतरावर योग्य जागी बसविता येतात. सामान्यतः ३ वॅट विद्युतबलाच्या अशा लाऊडस्पीकर्ससमवेत योग्य जुळवणीचे ट्रॅन्सफॉर्मर्सही पुरविलेले असतात. शक्य असल्यास आवाजाची पातळी कमी जास्त करण्यासाठी प्रत्येक लाऊड-स्पीकरकरिता स्वतंत्र व्हॉल्यूम कंट्रोलची सोय असणे फायदेशीर असते. कित्येकदा लाऊडस्पीकर्स सभागृहाच्या भिंतींमध्ये कायमचे बसवून दिलेले असतात आणि त्यांचे संरक्षण व्हावे ह्यासाठी त्यावर जाळीचे आच्छादन (Grille frame) बसविलेले असते. आकृती ५–७ (प्रकरण ५) पाहा.

या सभागृहांमध्ये किमान चार मायक्रोफोन्स व त्यांच्या आवाजाचे आवश्यक वाटल्यास करण्याची व्यवस्था, त्याचप्रमाणे विविध गतींवर चालणाऱ्या रेकॉर्डस् वाजविण्यासाठी ्लेअरची व रेकॉर्डस्च्या आवाजाचे पाहिजे त्या मायक्रोफोनच्या आवाजाशी मिश्रण करण्याची ाणे आवश्यक असते. विशिष्ट मायक्रोफोन चालू किंवा बंद करण्यासाठी कित्येक मायक्रो-ध्ये स्विचची सोय असते. मोठ्या सभागृहांत वापरावयाच्या मायक्रोफोन्समध्ये ही सोय क असते. आवश्यक वाटल्यास सभागृहामध्ये रेडिओ कार्यक्रम ऐकविण्याची खास व्यवस्था फायदेशीर असते.

या सभागृहांसाठी सामान्यत: ६० वॅट विद्युतबलाचा ॲम्प्लिफायर पुरेसा असतो. परंतु ाच्या गॅलरीमध्ये अधिक लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करण्यासाठी सामान्य गरजेपेक्षा २०

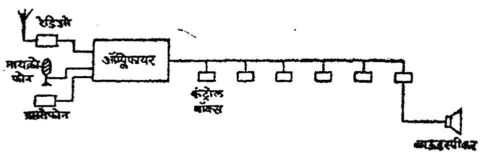


आकृती ९–१

ाधिक विद्युतबल पुरवू शकेल अशा ॲम्प्लिफायरची निवड करणे इष्ट असते. मोठ्या सभागृहात या जाणाऱ्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा एक आराखडा नमुन्यादाखल आकृती ९–१ र्शविला आहे.

नध्ये ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था प्राय: रेडिओवर प्रक्षेपित केले जाणारे शिक्षणविषयक म क्षेपित करण्यासाठी वापरली जाते. परंतु तिचे गौण स्वरूपाचे उपयोग म्हणजे संगीत कार्यक्रम, णाची कला शिकविण्याचे कार्यक्रम, निवेदने आणि इतर सामाईक कार्यक्रम क्षेपित करणे. ध्ये वापरल्या जाणाऱ्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील उपकरणे, साधनसामग्री कणखर टीची असणे तर आवश्यक असतेच, परंतु त्या व्यतिरिक्त विद्यार्थ्यांच्या खोड्या व उपद्व्यापां- दूर जागी म्हणजे सामान्यत: दुर्गम स्थळी त्यांची उभारणी करणे अत्यावश्यक असते. दुसरी महत्त्वाची खबरदारी म्हणजे शाळेतील मुलांना इलेक्ट्रिक पुरवठ्यापासून विजेचा धक्का न किंवा इतर उपकरणांपासून किंवा साधनसामग्रीपासून त्यांना अपाय होऊ शकणार नाही व्यवस्था करणे फार अगत्याचे असते.

ाळेच्या प्रत्येक वर्गासाठी २½ वॅट विद्युतबलाचा लाऊडस्पीकर सामान्यत: वापरला जातो. वर्गासाठी २½ वॅट ह्या हिशेबाने जितके वर्ग असतील त्यांच्या प्रमाणात एकूण विद्युतबलाचा



आकृती ९–२

पुरवठा करणाऱ्या ॲम्प्लिफायरची निवड केली जाते. प्रत्येक वर्गात लाऊडस्पीकरची जोडणी करण्यासाठी एक "कंट्रोल बॉक्स" वापरली जाते. ह्या कंट्रोल बॉक्समध्ये लाऊडस्पीकरची जोडणी करण्यासाठी टेलिफोनसाठी वापरल्या जाणाऱ्या जॅकसारखा जॅक बसविलेला असतो व लाऊडस्पीकर व्हॉईस कॉईलशी जोडलेला प्लग ह्या जॅकमध्ये बसवून लाऊडस्पीकरची ॲम्प्लिफायरशी जोडणी करता येते. आकृती ९–२ पाहा.

ग्रामोफोन रेकॉर्डस् वाजविण्यासाठी १०–१२ वॅट विद्युतबल असलेल्या स्वतंत्र ॲम्प्लिफायरचा वापर केलेला पोर्टेबल रेकॉर्ड प्लेअर वापरणे सोयीचे असते. अशा रेकॉर्ड प्लेअर ॲम्प्लिफायरची जोडणी वर वर्णन केलेल्या जॅकशी केलेली असते. लाऊडस्पीकरची ह्या जॅकशी जोडणी केली की रेकॉर्ड ऐकविता येतात.

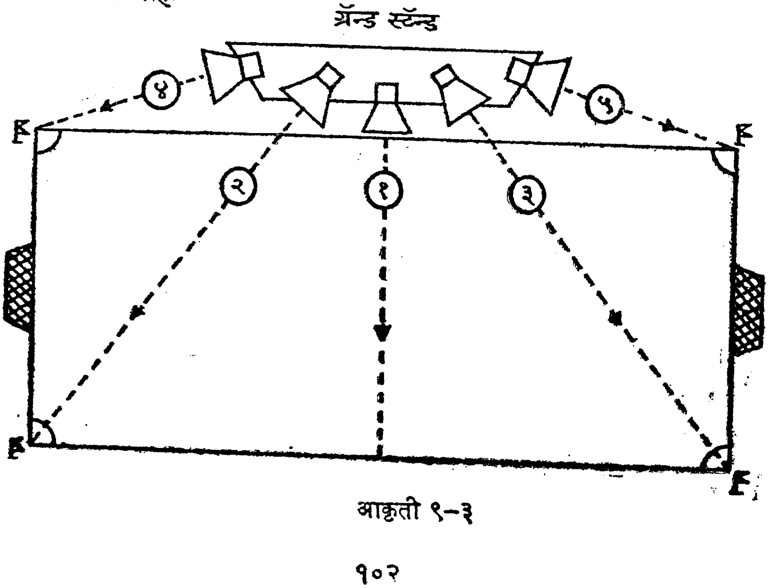
शाळेतील ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत वर्ग बदलण्याची सूचना देण्यासाठी किंवा वेळ समजण्यासाठी कालनिर्देशक संदेश (time signals) देण्याची सोय आवश्यक असते.

संभाषणाची कला शिकविण्यासाठी आणि विशेषत: शाळेतील मुलांना आपल्या चुका समजावून देण्यासाठी व त्या सुधारण्यासाठी पाश्चात्य देशात टेपरेकॉर्डरचा उपयोग दिवसेंदिवस अधिक प्रचलित व लोकप्रिय होऊ लागला आहे.

ग्रामीण विभागात जेव्हा विजेचा पुरवठा उपलब्ध नसतो तेव्हा ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी बॅटरीवर चालणारी किंवा व्हायब्रेटरचा उपयोग केलेली उपकरणे वापरली जातात.

फुटबॉल ग्राऊंड

आकृती ९–३ मध्ये फुटबॉल ग्राऊंडवर वापरल्या जाणाऱ्या ध्वनिवर्धन ववितरण व्यवस्थेचा आराखडा दर्शविला आहे.



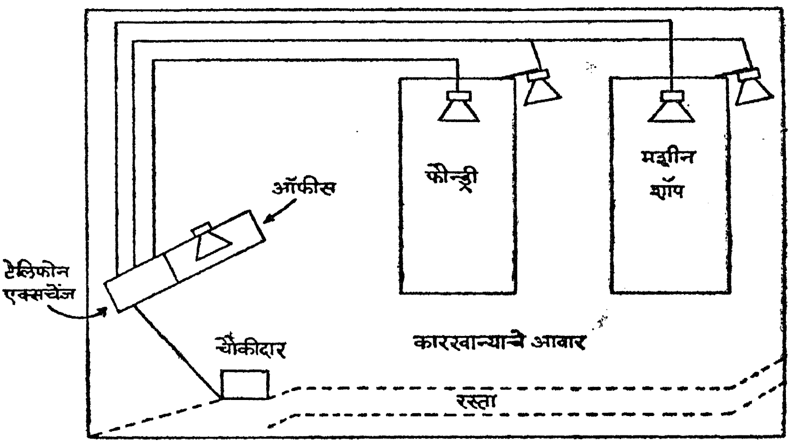
आकृती ९–३

अशा ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत सुमारे ४० वॅट विद्युतबलाचा ॲम्प्लिफायर वापरला जातो. आकृतीत दर्शविल्याप्रमाणे स्टॅन्डच्या समोरील बाजूवर ध्वनिक्षेपण करणारा एक कर्ण्याचा लाऊडस्पीकर, स्टॅंडच्या पुढील बाजूंवरील दोन कोपऱ्यांवरील निशाणांच्या दिशेने ध्वनिक्षेपण करणारे कर्ण्यांचे दोन लाऊडस्पीकर्स व स्टॅंडच्या जवळच्या दोन कोपऱ्यांवरील निशाणांकडे ध्वनिक्षेपण करण्यासाठी दोन कर्ण्यांचे लाऊडस्पीकर्स असे एकूण पाच लाऊडस्पीकर्स वापरता येतात.

निवेदकाचा आवाज सर्व मैदानावर चांगला मोठ्याने ऐकू येईल इतकी आवाजाची पातळी असणे इष्ट असते. खेळाच्या सुरूवातीपूर्वी जोरदार आवाजात बॅन्ड वाजवून प्रेक्षकांचे स्वागत करण्याची सोय आवश्यक असते. मध्यन्तरात पार्श्व संगीताचे कार्यक्रम क्षेपित केले जातात. खेळामुळे कित्येकदा भावनांचा जो उद्रेक होतो तो अशा श्रवण सुखकर संगीताने शान्त केला जातो. खेळ संपल्यानंतर वाजविल्या जाणाऱ्या संगीताच्या लहरी जोरदार व दमदार आणि घरी परत फिरणाऱ्या प्रेक्षकांना निरोप देणाऱ्या असतात.

कारखाना व फॅक्टरी

आकृती ९–४ मध्ये कारखाने व फॅक्टरीज् ह्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थांचा एक आराखडा नमुन्यादाखल दर्शविला आहे.



आकृती ९–४

कारखाने व कचेऱ्यांसाठी वापरल्या जाणाऱ्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत खालील सोयी आवश्यक असतात :—

(१) विशिष्ट वेळी किती वाजले हे दर्शविण्यासाठी कालनिर्देशक भोंगा वाजविण्याची व्यवस्था.

(२) आग लागल्यावर आगीचा इशारा देण्याची व्यवस्था.

(३) कारखान्याच्या आवारात कोठेही काम करीत असलेल्या कामगारांना सूचना किंवा आज्ञा द्यावयाची असल्यास त्यासाठी आवश्यक व्यवस्था. ह्यास इंग्रजीत " पेजिंग " (Paging) असे म्हणतात.

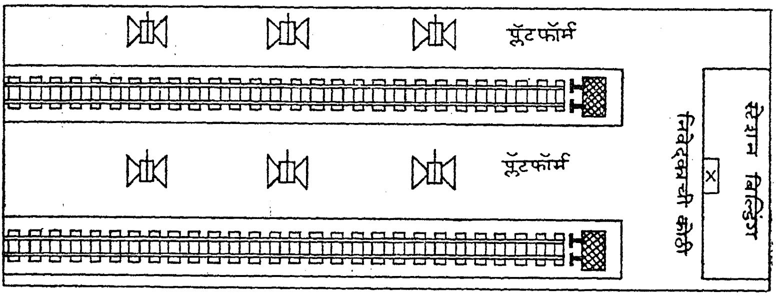
(४) दिवसाच्या कांही निवडक वेळी पार्श्व संगीत कार्यक्रम क्षेपित करण्याची व्यवस्था. ह्यासाठी " आपली आवड " म्हणून कामगारांच्या पसंतीच्या ग्रामोफोन रेकॉर्डस् वाजविण्याची व्यवस्था कित्येक कारखान्यांमध्ये केली जाते.

ज्या कारखान्यात किंवा फॅक्टरीत एखाद्या मालाचे अखंड व सतत उत्पादन केले जाते, त्या कारखान्याच्या निरनिराळ्या विभागांमध्ये एकसूत्रता (coordination) साधण्यासाठी आणि विशेषत: जे विभाग एका विभागाच्या दृष्टीपथात नसतात अशा विभागांना एकमेकांशी संपर्क साधून विचारविनिमय करण्यासाठी व नंतर कामगारांना आवश्यक आदेश व सूचना देण्यासाठी ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था अतिशय उपयोगी पडते.

मालाचे जलद गतीने उत्पादन करतेवेळी कांही विशिष्ट चांचण्या किंवा परीक्षणे करणाऱ्या नियंत्रण विभागातील तंत्रज्ञांना ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या साहाय्याने संबंधित विभागांना त्वरित सूचना व आदेश देणे शक्य होते.

रेल्वे स्टेशन

आकृती ९–५ मध्ये रेल्वे स्टेशनासाठी वापरल्या जाणाऱ्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचा एक नमुनेवजा आराखडा दर्शविला आहे.



आकृती ९–५

रेल्वे स्टेशनांवर सामान्यत: निवेदने व घोषणा करण्याचीच आवश्यकता असते व त्यासाठी मुव्हिंग कॉईल किंवा क्रिस्टल मायक्रोफोन्स वापरले जातात. लाऊडस्पीकर्सही मध्यम दर्जाच्या ध्वनिकंप्रता प्रतिसादाचे (frequency response) असतात. दर सेकंदास ३०० ते ३५०० सायकल्स कंपनसंख्येच्या टप्प्यातील ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद पुरेसा असतो.

रेल्वे स्टेशनात वापरण्यात येणारे लाऊडस्पीकर्स सामान्यत: प्रकरण ५ आकृति ५–१६ मध्ये दर्शविलेले दोन्ही विरूद्ध दिशांना आवाजाचे क्षेपण करणारे कर्ण्यांचे लाऊडस्पीकर्स असतात. रेल्वे स्टेशनात त्यांची उभारणी जमिनीपासून ८ ते १० फूट उंचीवर केलेली असते व दोन लाऊडस्पीकर्स-मधील अंतर सुमारे ४० ते ५० फूट असते.

रेल्वे स्टेशनाच्या इतर भागात लहान कर्ण्याचे रिएन्ट्रंट लाऊडस्पीकर्स भिंतीवर किंवा खांबावर टांगून बसविलेले असतात व त्यांच्या कर्ण्यांची तोंडे खालील बाजूस कलती केलेली असतात. सर्वसामान्य रेल्वे स्टेशनात ३–६ वॅट विद्युतबल हाताळणारे लाऊडस्पीकर्स आवश्यक असतात, कारण स्टेशनातील गोंगाट गलवल्याची पातळी बरीच जास्त असते. रेल्वे स्टेशनात वापरले जाणारे लाऊडस्पीकर्स कणखर बनावटीचे व ऊन, वारा, पाऊस ह्यांपासून बचाव होईल अशा खास बनावटीचे असणे आवश्यक असते. विशेषत: रेल्वे स्टेशनात धूळ, धूर व पाण्याची वाफ (स्टीम एंजिने वापरली जात असल्यास) ह्यापासून लाऊडस्पीकर्सना योग्य संरक्षण देणे इष्ट असते. रेल्वे स्टेशनातील रिफ्रेशमेन्ट रूम, वेटिंग रूममध्ये सामान्यत: कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्स वापरले जातात.

सामान्यत: मध्यम किंवा मोठ्या रेल्वे स्टेशनात सुमारे २० लाऊडस्पीकर्स वापरले जातात. त्यादृष्टिने रेल्वे स्टेशनातील ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी किमान १५० वॅट विद्युतबलाच्या ॲम्प्लिफायरची गरज असते.

रेल्वे स्टेशनावरील निवेदकाला ध्वनि अभेद्य कोठीत (sound proof chamber) बसणे आवश्यक असते. ध्वनि व श्रवण संबंधित गुणधर्मांच्या (acoustics) दृष्टीने रेल्वे स्टेशन हे एक समस्या निर्माण करणाऱ्या स्थळांचे एक उत्कृष्ट उदाहरण असते असे म्हणावयास हरकत नाही. लाऊडस्पीकर्समधून क्षेपित झालेला आवाज स्टेशनाच्या इमारतीत घुमू लागला तर आवाजात विकृति (distortion) निर्माण होण्याची व कित्येकदा ध्वनिप्रतिपुष्टीचा (acoustic feedback) उपद्रव प्रकर्षाने जाणवण्याची शक्यता असते.

रेल्वे स्टेशनाच्या आजूबाजूच्या वस्तीतील लोकांना रात्रीच्या वेळी स्टेशनावर केल्या जाणाऱ्या निवेदनामुळे व घोषणांमुळे त्रास होऊ नये ह्यासाठी आवाजाची पातळी आवश्यक तितकी कमी करण्याची व्यवस्था असणे आवश्यक असते.

विमानतळ

कारखान्यासाठी ज्या प्रकारची ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था वापरली जाते तशाच प्रकारची व्यवस्था विमानतळासाठी वापरली जाते, परंतु विमानतळावर विमानांचा घरघर आवाज बऱ्याच जास्त प्रमाणात असल्यामुळे त्या विषयीचा विचार फार महत्त्वाचा असतो. विमानतळावरील विश्रामगृहात बसविण्यात येणारे बहुतेक लाऊडस्पीकर्स कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्स असतात व त्यांची उभारणी शक्यतो उंच जागी केलेली असते. विश्रामगृहाव्यतिरिक्त इतर खुल्या जागी निवेदने क्षेपित करण्यासाठी एक्स्पोनेन्शिअल लाऊडस्पीकर्स वापरले जातात, कारण अशा खुल्या जागी आवाज दूर अंतरावर पोहोचावा ही आवश्यकता तर असतेच परंतु त्या व्यतिरिक्त विमानांच्या एंजिनाच्या घरघराटाशी अशा परिस्थितीत मुकाबला करणे आवश्यक असते.

विमान तळावर सामान्यत: चार कर्ण्यांचे लाऊडस्पीकर्स, सहा कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्स व ऑफिसांसाठी लहान आकाराचे आठ कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्स वापरलेले असतील तर ७५ वॅट विद्युतबलाचे दोन ॲम्प्लिफायर्स पुरेसे असतात. अधिक मोठ्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी अधिक ॲम्प्लिफायर्सची आवश्यकता भासते व एकूण लाऊडस्पीकर्सची संख्या जमेस धरून किती अधिक विद्युतबलाची तरतूद करावी हे ठरविता येते.

विमानतळावरील ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत निरनिराळे लाऊडस्पीकर्स आवश्यक त्या वेळी व योग्य ठिकाणी कार्यान्वित करण्यासाठी जी समीक्षण यंत्रणा (control panel) वापरली जाते तिची विशेष देखभाल करणे आवश्यक असते. निवेदनासाठी वापरल्या जाणाऱ्या दोन मायक्रोफोन्स-

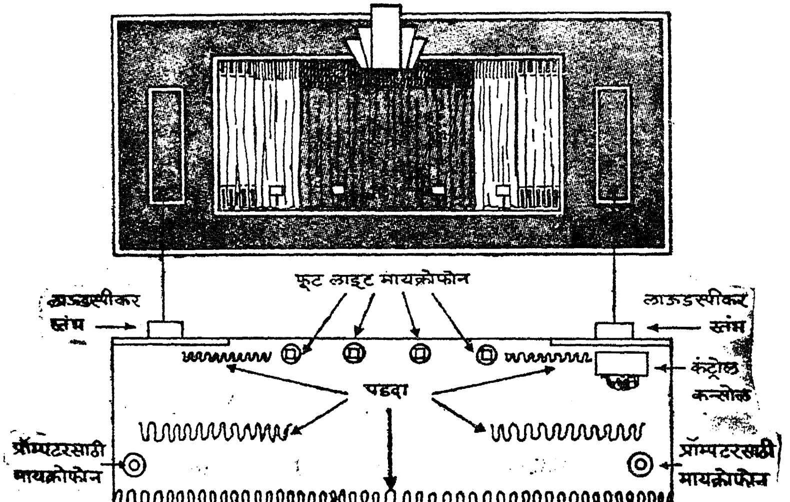
फोन्सपैकी एक साहाय्यक मायक्रोफोन म्हणून राखून ठेवलेला असणे इष्ट असते म्हणजे एकामध्ये बिघाड झाल्यास दुसरा ताबडतोब उपयोगात आणता येतो.

विमानतळावर कित्येकदा बऱ्याच दूर अंतरावर लाऊडस्पीकर्सची उभारणी करावी लागते. अशा वेळी दूर अंतरावरील लाऊडस्पीकर्सना पुरविल्या जाणाऱ्या श्राव्य विद्युत लहरींचे पुन:प्रवर्धन करण्यासाठी "रिपीटर ॲम्प्लिफायर" (Repeater Amplifier) वापरण्याची कित्येकदा आवश्यकता असते.

नाटकाचे थिएटर

सर्वसामान्य थिएटरमध्ये स्टेजच्या पुढे ३ ते ५ फूट इंची फूटलाइट मायक्रोफोन्स वापरले जातात व प्रॉम्पटरसाठी (नटांना पडद्यामागून भाषणाच्या पुढच्या भागाची आठवण करून देणाऱ्या व्यक्तीसाठी) एका स्टँडवर उभारणी केलेला मायक्रोफोन वापरला जातो.

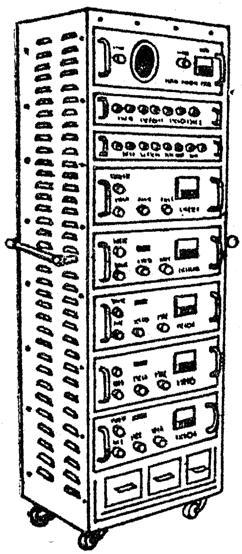
स्टेजच्या बाहेरील दोन बाजूंवर प्रत्येक बाजूस एक ह्याप्रमाणे शक्तिमान कॅबिनेट लाऊडस्पीकर्स बसविलेले असतात व प्रॉम्पटरसाठी नटांच्या भाषणाचा आवाज अगदी हळूवार ऐकू यावा ह्यासाठी एक छोटा लाऊडस्पीकर वापरलेला असतो. आकृती ९–६ पाहा.



आकृती ९–६

बाल्कनी व स्टॉलमध्ये बसलेल्या प्रेक्षकांच्या मागील रांगांना आवाज योग्य पातळीत व स्पष्टपणे ऐकू येण्यासाठी दोन्ही बाजूंच्या भिंतींवर योग्य जागी कॉलम लाऊडस्पीकर्स टांगून बसविलेले असतात. कॉलम लाऊडस्पीकर्सची तोंडे योग्य दिशेला वळवून व कलती करून सर्व प्रेक्षकवर्गास समान ध्वनि-वितरण होईल अशी व्यवस्था केलेली असते.

थिएटरमध्ये वापरण्यासाठी योग्य मायक्रोफोन्सची निवड केली पाहिजे. सामान्यतः ह्यासाठी एकदिश ग्रहणपात्रता असलेले मायक्रोफोन्स वापरले जातात. अशा एकदिश ध्वनिग्रहण पात्रतेच्या मायक्रोफोन्सचा वापर केला म्हणजे प्रेक्षकवर्गामधील गोंगाट गलबल्याला मायक्रोफोनमध्ये प्रतिसाद मिळत नाही व मुख्य फायदा म्हणजे ध्वनिप्रतिपुष्टी (Acoustic feedback) निर्माण होत नाही.



आकृती ९–७

मोठ्या थिएटर्समधील ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थांमध्ये आकृती ९–७ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे एका शेल्फमध्ये ॲम्प्लिफायर मिक्सर, मॉनिटर्स (कार्य निरीक्षक साधने) लाऊडस्पीकर विभागणी फलक—ह्या दोन्ही साधनांविषयी माहिती पुढील प्रकरणात दिली आहे—रेकॉर्ड प्लेअर, टेपरेकॉर्डर बसविण्याची सोय केलेली असते. ह्याला इंग्रजीत "कंट्रोल कन्सोल" (Control Cosole) म्हणतात. लाऊडस्पीकर विभागणी फलकापासून इतरत्र उभारणी केलेल्या लाऊडस्पीकर्सची जोडणी करण्याकरता जोडतारा व मिक्सर पासून इतरत्र उभारणी केलेल्या मायक्रोफोन्सची जोडणी करण्याकरता मायक्रोफोन केबल्स टाकणे सोयीचे जाते. ह्या कंट्रोल कन्सोलवरील फलकावर नियंत्रक बटने, व्हॉल्यूम कंट्रोल्स, टोन कंट्रोल बसविलेले असतात. ही नियंत्रक साधने फलकावर एका ठिकाणी उपलब्ध असल्याने ध्वनितंत्रज्ञास आवाजाची पातळी, स्वरधर्म, आवाजांचे मिश्रण करणे सोय्यीकर होते.

नाटकाच्या वेळी पार्श्वसंगीत वाजविण्याची सोय ग्रामोफोनच्या साहाय्याने करता येते. "साऊंड इफेक्ट" साठी टेपवरील मुद्रिते वाजविली जातात आणि त्या दृष्टीने थिएटरमधील ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत टेपरेकॉर्डरचा उपयोग बराच प्रचलित झाला आहे.

फिरती ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था (Mobile p.a. systems)

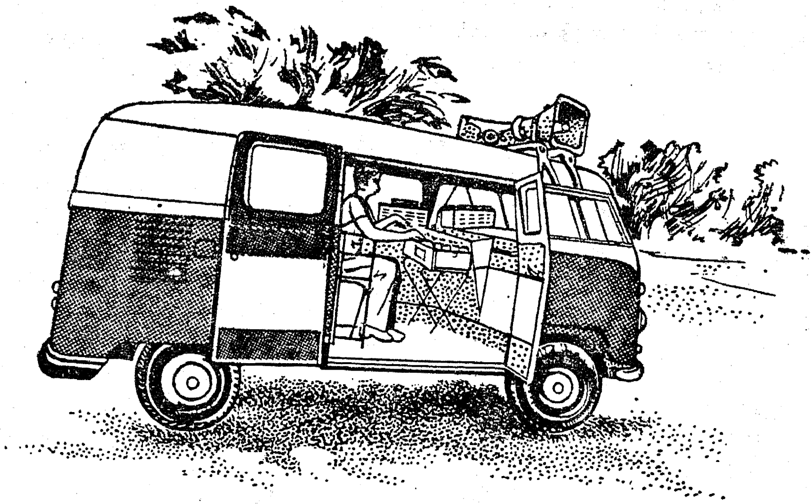


आकृती ९–८

स्थानिक निवेदन, घोषणा व जाहिरातीसाठी "लाऊड हेलर्स" (Loud hailers) हल्ली बरेच प्रचलित होऊ लागले आहेत. आकृती ९–८ पाहा. लाऊड हेलर्समध्ये कर्ण्याच्या लाऊडस्पीकरच्या मागील बाजूवर मायक्रोफोन, छोटा ॲम्प्लिफायर व बॅटरी आणि स्विच ह्यांचा थोडक्या जागेत समावेश केलेला असतो.

अधिक मोठ्या फिरत्या व्यवस्थांमध्ये सर्व उपकरणे व साधनसामग्री एका मोटार गाडीत बसविलेली असतात. अशा व्यवस्थेमध्ये वापरण्यात येणारे कर्ण्याचे लाऊडस्पीकर गाडीच्या टपावर उभारलेले असतात. ही गाडी रस्त्यातून सावकाश चालवून निवेदने, घोषणा,

जाहिरात वगैरे करता येतात. आकृती ९–९ पाहा. आवश्यक असल्यास विवक्षित स्थळी मोटार उभी



आकृती ९–९

करून बाहेर जमलेल्या श्रोत्यांसमोर एका छोटया व हातात बाळगता येईल अशा मायक्रोफोनचा वापर करून संभाषण करता येते.

□□□

प्रकरण १०

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था—नित्य देखभाल व काळजी आणि कार्यातील विश्वसनीयता

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या कार्यात विश्वसनीयता (Reliability) आणण्याच्या दृष्टीने काही नित्याचे उपक्रम अंमलात आणून तिची योग्य निगा व काळजी घेणे आवश्यक असते. ह्याव्यतिरिक्त कार्यातील विश्वसनीयतेच्या दृष्टीने इतरही काही दक्षता घ्यावी लागते. ह्या शेवटच्या प्रकरणात प्रथम ध्वनिवर्धन आणि वितरण व्यवस्थेची देखभाल कशी करावी ह्याविषयीचे विवेचन केले आहे.

नित्य देखभाल व काळजी

ॲम्प्लिफायरची साफसफाई—एक नित्याचा उपक्रम म्हणजे व्हॉल्व्ह ॲम्प्लिफायर्सची स्वच्छता ठेवणे व कमजोर झालेले व्हॉल्व्ह बदलून टाकणे. ॲम्प्लिफायर स्वच्छ करण्यासाठी प्रथम व्हॉल्व्ह सॉकेट्समधून काढून घ्यावेत व नंतर एखाद्या मऊ ब्रशाच्या साहाय्याने ॲम्प्लिफायर चासीसवरील धूळ, घाण व कचरा साफ करून घ्यावा. अशी साफसफाई करताना विशेषत: व्हॉल्व्ह सॉकेट्स, घटकभागांची जोडणी करण्यासाठी वापरलेल्या जोडपट्ट्या (terminal strips) ह्यांवरील घाण नीट काढून स्वच्छता केली पाहिजे.

ॲम्प्लिफायरची साफसफाई करतानाच ॲम्प्लिफायरमध्ये वापरलेल्या सर्व विद्युतघटकभागांचे निरीक्षण करून कोणते घटकभाग सकृतदर्शनी खराब झालेले आहेत, उदाहरणार्थ, ट्रॅन्सफॉर्मरमधून लाख पघळलेली आहे किंवा काय, इलेक्ट्रोलिटिक कंडेन्सर्स खराब होऊन त्याच्या वरील बाजूवर रासायनिक द्रवाचा पांढुरका थर चढलेला आहे किंवा काय, किंवा त्यांचा रंग बदलून कंडेन्सर्सचा आकार फुगलेला आहे किंवा काय, टोन व व्हॉल्यूम कंट्रोल फिरवताना खरखराट (Noise) निर्माण होतो किंवा काय वगैरेसारख्या सहज व्यक्त होणाऱ्या बिघाडांची तपासणी करणे इष्ट असते. वरील तपासणीप्रमाणेच जोडतारांची जोडणी घट्ट आहे किंवा नाही, व्हॉल्व्ह सॉकेट्स सैल झालेल्या आहेत किंवा काय ही तपासणीही केली पाहिजे. व्हॉल्व्ह सॉकेट्समधून पुन: पुन्हा आत बाहेर काढून व्हॉल्व्ह पिना व सॉकेट्च्या जोडपट्ट्या स्वच्छ करणे आवश्यक असते. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील उपकरणे बरेच दिवस वापरलेली नसतील तर कार्यक्रमापूर्वी ॲम्प्लिफायर काही काळ प्रत्यक्ष चालवून पाहिला पाहिजे व हे करताना व्हॉल्व्ह, इलेक्ट्रोलिटिक कंडेन्सर्स, ट्रॅन्सफॉर्मर्स वगैरे घटकभागांची सर्वसामान्य तपासणी केली पाहिजे.

व्हॉल्व्हची नियमित तपासणी

ॲम्प्लिफायर विभागातील सर्व व्हॉल्व्हजची नियमितपणे मधून मधून तपासणी करणे आवश्यक असते. ह्यासाठी व्हॉल्व्ह टेस्टर उपलब्ध असेल तर व्हॉल्व्हची तपासणी सहज शक्य होते. ज्यांना रेडिओ व ॲम्प्लिफायर दुरुस्तीचे ज्ञान व अनुभव असेल त्यांनी व्हॉल्व्ह प्लेट, स्क्रीन ग्रिड व कंट्रोल

ग्रिडवरील विद्युतदाबांची नोंद मधून मधून घेतली पाहिजे. अशा विद्युतदाब मोजणीच्या सहाय्याने व्हॉल्व्ह मंडलाच्या घटकभागांतील संभाव्य दोषांविषयीचा कित्येकदा इशारा मिळू शकतो.

लाऊडस्पीकर्संची तपासणी

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत निरनिराळ्या लाऊडस्पीकर्संचे कार्य चालू आहे किंवा नाही ह्याची नियमित तपासणी केली पाहिजे. लाऊडस्पीकरमधून खडखड आवाज (Rattle) ऐकू येत असेल तर लाऊस्पीकर व्हॉईस कॉईल चुंबकाच्या ध्रुवावर घसटत असल्याचे ते सूचक लक्षण असते. लांऊडस्पीकर्समध्ये बिघाड असेल तर उत्तम मार्ग म्हणजे उत्पादकांकडे दुरुस्तीसाठी त्यांची रवानगी करणे किंवा चांगले नवीन लाऊडस्पीकर्स बदलून बसविणे.

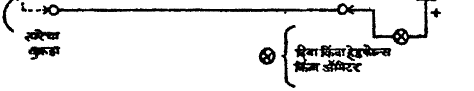
लाऊडस्पीकर कॅबिनेट्स किमान दर सहा महिन्यांनी तरी आतून स्वच्छ केली पाहिजेत. कॅबिनेट वरील जाळीचे आच्छादन स्वच्छ करून ते फळीवर घट्ट बसविले पाहिजे. कर्ण्याच्या लाऊडस्पीकर्संचे बाबतीत ते टांगण्यासाठी वापरलेल्या तारा व सांखळ्या ह्यांची तपासणी केली पाहिजे.

जोडतारांची तपासणी

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत लाऊडस्पीकर्स जोडणीसाठी वापरल्या जाणाऱ्या जोडतारा-कित्येकदा बऱ्याच लांबीच्या असतात. ह्या जोडतारांमध्ये त्या कधी कधी खंडित (Open) झाल्याचा किंवा त्यावरील विद्युतविरोधक आवरण निघून गेल्याने त्या एकमेकीस चिकटून संक्षिप्त (Short) झाल्याचा दोष निर्माण होतो. मायक्रोफोन केबल्समध्ये तारेवरील विद्युत विरोधक आवरण खराब होऊन प्रवाहवाहक तारा चिलखती आच्छादनाशी (Shield) चिकटून संक्षिप्त झाल्याचा बिघाड कधी कधी निर्माण झालेला आढळून येतो.

जोडतारांची अखंडत्वाची तपासणी (Continuity test)

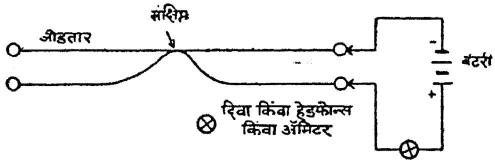
जोडतारा अखंड म्हणजे कोठेही तुटलेल्या नाहीत, सलग आहेत ह्याविषयीची तपासणी (१) बॅटरी आणि (२) हेडफोन्स किंवा दिवा किंवा ॲमिटरच्या साहाय्याने सहज करता येते. आकृती १०-१ पाहा. ही तपासणी करण्यासाठी जोडतारांची दूर अंतरा-वरील टोके एखाद्या तारेच्या तुकड्याने एकत्रित जोडावी. दुसऱ्या बाजूच्या टोकांना आकृतीत दर्शविल्याप्रमाणे बॅटरी व बॅटरीशी एकसरी (Series) पद्धतीने दिवा, हेडफोन्स किंवा ॲमिटर जोडून पाहावा. जोडतारा अखंड असतील तर दिवा प्रज्वलित झालेला दिसेल, हेडफोन्समधून बॅटरीचा विद्युत प्रवाह वाहिल्यामुळे खरखर आवाज (Click) ऐकू येईल किंवा ॲमिटरवर विद्युतप्रवाहाची नोंद दर्शविली जाईल.



आकृती १०–१

जोडतारा संक्षिप्त (Short) झालेल्या असल्यास त्यांची तपासणी

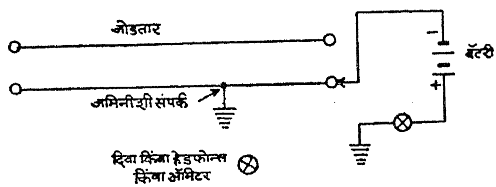
जोडतारावरील विद्युतविरोधक आवरण खराब होऊन निघून गेल्याने जोडतारा एकमेकीस चिकटून संक्षिप्त (Short) झालेल्या असतील तर त्यांची तपासणीदेखील मागील परिच्छेदात दिलेल्या पद्धतीने करता येते. ह्या बिघाडाची तपासणी करण्यासाठी दूर अंतरावरील तारेची दोन टोके विलग ठेवून आकृती १०–२ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे बॅटरीशी दिवा, हेडफोन्स किंवा ॲमिटरची जोडणी करावी. जोडतारा संक्षिप्त (Short) झालेल्या असतील तर दिवा प्रज्वलित झालेला दिसेल, हेडफोन्समधून खरखर आवाज ऐकू येईल किंवा ॲमिटरवर प्रवाह नोंदणी दर्शविली जाईल.



आकृती १०–२

जोडतारेचा जमिनीशी संपर्क (Earthing) झालेला असल्यास त्याची तपासणी

वरील बिघाडाची तपासणी करण्यासाठी आकृती १०–३ मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे बॅटरी व हेडफोन्स किंवा ॲमीटरची जोडणी करून ह्या बिघाडाचा पडताळा घेता येतो.



आकृती १०–३

जोडतारांची लांबी बरीच जास्त असेल तर त्यामधील धारणशक्ती (Capacitance) बरीच जास्त असते. त्यामुळे जोडतारेला बॅटरी व हेडफोन्स जोडल्याबरोबर हेडफोन्समधून खरखर आवाज (Click) ऐकू येतो. परंतु तारेवरील आवरण खराब झाल्याची खूण म्हणजे बॅटरी व हेडफोन्स विलग करतेवेळी अधिक जोरदार व फरक कळून येण्याइतका मोठ्याने खरखर आवाज (Click) ऐकू येतो.

कार्यातील विश्वसनीयता (Reliability)

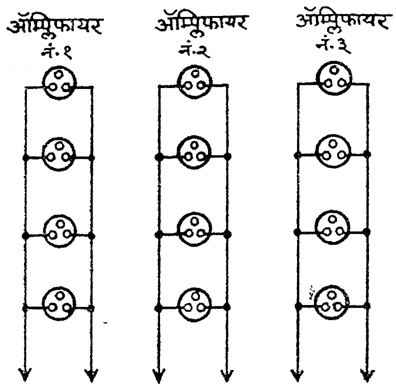
ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या कार्यात विश्वसनीयता आणण्यासाठी दोन उपाययोजना सामान्यतः वापरल्या जातात.

(१) बिघाड उत्पन्न झालेल्या उपकरणांऐवजी व साधनांऐवजी जलद बदली करता येण्याजोगी साहाय्यक प्रतिउपकरणे व साधने (Standby equipment) हाताशी ठेवणे.

(२) ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या कार्यातील बिघाड ताबडतोब दर्शविला जाण्यासाठी दृश्य किंवा श्राव्य स्वरूपात इशारा देणारी कार्यनिरीक्षक साधने (Monitors) वापरणे.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या सर्व उपकरणांमध्ये जास्तीत जास्त दगा देणारे उपकरण म्हणजे ॲम्प्लिफायर आणि त्या दृष्टीने मोठ्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेमध्ये एक सहाय्यक ॲम्प्लिफायर नेहमी मदतीसाठी हाताशी ठेवलेला असणे आवश्यक असते. सर्वसामान्यपणे मोठ्या ध्वनिवर्धन

व वितरण व्यवस्थांमध्ये दोन किंवा अधिक ॲम्प्लिफायर्स वापरलेले व प्रत्येक ॲम्प्लिफायर-साठी लाऊडस्पीकरच्या वेगवेगळ्या गटांची जोडणी केलेली असतेच. अशा व्यवस्थांमध्ये एखाद्या ॲम्प्लिफायरचे कार्य बिघडले तरी दुसऱ्यांचे कार्य चालूच राहते. अशा परिस्थितीत बिघडलेल्या ॲम्प्लिफायरऐवजी हाताशी मदतीला ठेवलेला सहाय्यक ॲम्प्लिफायर विलंब न होता बिघडलेल्या ॲम्प्लिफायरऐवजी तात्काळ बदलता येतो व संबंधित लाऊडस्पीकर्स गटाची अशा ॲम्प्लिफायरशी लगेच जोडणी करता येते व बंद पडलेल्या ॲम्प्लिफायरचे कार्य चालू करता येते.



आकृती १०–४

लाऊडस्पीकर्सचा गट एका ॲम्प्लिफायरपासून विलग करून त्याची दुसऱ्या ॲम्प्लिफायरशी जोडणी करण्याचे कार्य सुकर व जलद होण्यासाठी "लाऊडस्पीकर विभागणी फलक" (Loud-speaker Distribution Board) वापरला जातो. आकृती १०-४ मध्ये अशा फलकाचा एक नमुना दर्शविला आहे. अशा फलकावर निरनिराळ्या लाऊडस्पीकर्सची जोडणी करण्या-साठी तीन पिनांचे प्लग बसविलेले असतात. निकडीच्या प्रसंगी ॲम्प्लिफायरशी ह्या फलका-तर्फे जोडणी केलेल्या सर्व लाऊडस्पीकर्सच्या पिनांची जोडणी दुसऱ्या ॲम्प्लिफायरसाठी वापरलेल्या व समान जागी बसविलेल्या प्लगशी वेळ न दवडता करता येते व दुसरा ॲम्प्लि-फायर लगेच कार्यान्वित करता येतो.

ॲम्प्लिफायर प्रमाणेच मदतीसाठी हाताशी ठेवण्याचे दुसरे उपकरण म्हणजे मायक्रोफोन्स. मायक्रोफोन्समध्ये मात्र सामान्यत: बिघाड उत्पन्न होण्याची शक्यता बरीच कमी असते. परंतु क्वचित प्रसंगी आकस्मिकपणे एखादा मायक्रोफोन चुकीने लाथाडला जाण्याची किंवा उंचावरून पडण्याची व त्यामुळे निकामी होण्याची शक्यता असल्याने आवश्यकतेपेक्षा एक दोन जास्त मायक्रोफोन्स हाताशी ठेवणे फायदेशीर असते.

लाऊडस्पीकर्समध्ये बिघाड झालाच तर काही विवक्षित श्रोत्यांनाच कार्यक्रम ऐकू येईनासा होतो. परंतु अशी अडचण फार मोठी नसते. सर्व सामान्यपणे कायम चुंबकाचा वापर केलेल्या मुव्हिंग कॉईल लाऊडस्पीकर्समध्ये सहसा बिघाड उत्पन्न होत नाहीत. अगदी क्वचित प्रसंगीच व्हॉईस कॉईल खंडित (Open) होण्याची शक्यता असते. स्तंभाच्या लाऊडस्पीकर्सचे बाबतीत एकसरी जोडणीतील कोणत्याही एखाद्या लाऊडस्पीकरची व्हॉईस कॉईल खंडित (Open) झाल्यास सर्व स्तंभांचे कार्य बंद पडण्याची शक्यता असते. विश्वसनीय कार्याच्या दृष्टीने समान्तर जोडणीचे किंवा एकसरी समान्तर अशा मिश्र जोडणीचे लाऊडस्पीकर स्तंभ (Loudspeaker Columns) अधिक पसंत केले पाहिजेत. कित्येकदा लाऊडस्पीकर स्तंभातील एखाद्याच लाऊडस्पीकरमध्ये बिघाड होऊन व्हॉईस कॉईल चुंबक ध्रुवांवर (pole pieces) घसटून चरचरीत आवाज (grating sound) निर्माण होण्याची शक्यता असते. परंतु इतर लाऊडस्पीकर्सच्या आवाजात हा बिघाड लक्षात येण्या-सारखा नसतो.

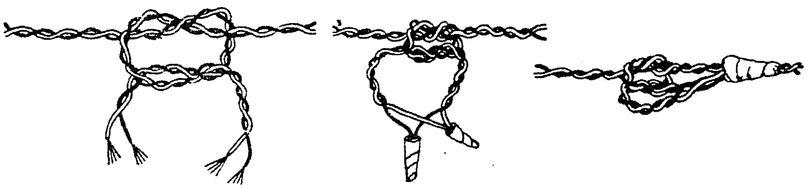
ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत बिघाड निर्माण करणारा दुसरा घटक म्हणजे "लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर". लाइन ट्रॅन्सफॉर्मरमध्ये कॉईल्स खंडित (Open) होण्याचा संभव असतो. परंतु दर्जेदार बनावटीच्या

लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर्समध्ये ही शक्यता बरीच कमी असते. लाइन ट्रॅन्सफॉर्मर्सवर आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर्स-प्रमाणे प्रवाह लहरींचा जास्त ताण पडत नाही आणि त्या दृष्टीने आऊटपुट ट्रॅन्सफॉर्मर्सप्रमाणे त्यांमध्ये बिघाड होण्याचे प्रमाण जास्त नसते.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेत त्रास देणारा अधिक एक घटक म्हणजे मायक्रोफोन केबल्स आणि लाऊडस्पीकरच्या जोडतारा. जोडतारा वारंवार वाकविल्या व मुडपल्या गेल्याने त्या तुटण्याची फार शक्यता असते, तार अर्धवट तुटली तर कित्येकदा तिचा संपर्क तात्कालिक जोडतो किंवा तुटतो व त्यामुळे असा बिघाड शोधणे कठीण जाते.

जोडतारा सामान्यतः प्लगशी ज्या ठिकाणी जोडलेल्या असतात त्याच्या जवळपासच मुडपल्या जाऊन तुटण्याचा संभव असतो. केबल्स व जोडतारांचा ह्या ठिकाणचा सुमारे ३ इंचाचा भाग कापून त्याची विशिष्ट वापरानंतर प्लगशी पुनरपि नव्याने जोडणी करण्याचा उपक्रम अंमलात आणला तर जोडतारांच्या बिघाडांमुळे निर्माण होणारी डोकेदुखी टाळता येण्यासारखी असते.

एका जोडतारेची दुसऱ्या जोडतारेशी सांधणी करून जोडतारेची लांबी जेव्हा वाढविली जाते तेव्हा जोडतारांच्या अशा जोडणीवर ताण पडल्यामुळे सांधणी तुटण्याची शक्यता असते. अशा वेळी जोडतारांवर प्रथम पक्की गांठण मारून नंतर त्यांची जोडणी केली तर जोडणीवर ताण पडत नाही.



आकृती १०–५

आकृती १०–५ पाहा. जोडणीवर बसविलेली प्लॅस्टिकची किंवा साधी इन्शुलेशन टेप जर निखळली किंवा निघून गेली तर जोडतारा एकमेकींशी चिकटून संक्षिप्त (Short) होण्याची शक्यता असते. जोडतारांच्या जोडणीवरील इन्शुलेशन टेपची मधून मधून तपासणी केली पाहिजे.

कार्यनिरीक्षक साधने (Monitors)

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या कार्यात बिघाड उत्पन्न झाला तर कार्यक्रमात व्यत्यय न आणता तो ताबडतोब शोधून काही सेकंदांच्या कालावधितच त्याची दुरुस्ती करणे शक्य झाले पाहिजे. ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेतील निरनिराळ्या उपकरणांपैकी कोणत्या विशिष्ट उपकरणांत बिघाड उत्पन्न झाला आहे हे तात्काळ दर्शविण्यासाठी निरनिराळ्या उपकरणांसाठी कार्यनिरीक्षक साधनांचा (Monitoring devices) उपयोग केला जातो ह्या कार्यनिरीक्षक साधनांच्या सहाय्याने बिघाडाविषयीचा दृश्य किंवा श्राव्य स्वरूपात इशारा मिळू शकतो.

ध्वनिलहरींमुळे मायक्रोफोनमध्ये निर्माण झालेल्या श्राव्य विद्युतलहरींची ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेच्या नंतरच्या म्हणजे मायक्रोफोन मिक्सर विभागातून यथोचित प्रगती होत आहे किंवा नाही ह्यावर लक्ष ठेवण्यासाठी मायक्रोफोन मिक्सर विभागामध्ये एका जॅकची सोय सामान्यतः केली जाते. ह्या जॅकमध्ये हेडफोन्सची जोडणी करून श्राव्य विद्युतलहरी प्रत्यक्षपणे ऐकता येतात व मायक्रोफोन मिक्सर विभागाचे कार्य यथोचित चालू आहे किंवा नाही ह्याची ताबडतोब चाचणी करता येते.

ॲम्प्लिफायरसाठी छोटया कार्यनिरीक्षक लाऊडस्पीकरचा (Monitoring Loudspeaker) वापर केला जातो. ह्या लाऊडस्पीकरतर्फे ॲम्प्लिफायरमध्ये प्रवर्धित झालेल्या श्राव्य विद्युतलहरी हळू आवाजात सतत ऐकण्याची सोय करता येते व ॲम्प्लिफायरच्या कार्यावर एकसारखी देखरेख ठेवता येते.

हेडफोन्स किंवा छोटया लाऊडस्पीकर्सऐवजी मायक्रोफोन मिक्सर व ॲम्प्लिफायरसाठी मीटर्सचा वापर करणेही शक्य असते. मीटर्सवर दर्शविल्या जाणाऱ्या नोंदणीवरून मायक्रोफोन मिक्सर आणि ॲम्प्लिफायरच्या कार्यांविषयीचा दृश्य स्वरूपात पडताळा घेता येतो.

ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेसाठी जर घरातील इलेक्ट्रिक पुरवठ्याचा वापर केलेला असेल तर इलेक्ट्रिक पुरवठ्याशी एक लाल रंगाचा पायलट दिवा (pilot lamp) सतत जोडून ठेवलेला असणे इष्ट असते. काही कारणांनी इलेक्ट्रिक पुरवठ्यात खंड पडला तर पायलट दिवा न प्रज्वलित झाल्याचे ताबडतोब लक्षात येते व त्यावरून इलेक्ट्रिक पुरवठा बंद पडल्याचा तात्काळ इशारा मिळू शकतो. विश्वसनीय कार्यासाठी दोन वेगळे किंवा स्वतंत्र असे इलेक्ट्रिक पुरवठे अगोदरच हेरून ठेवणे इष्ट असते. अशा दोन्ही इलेक्ट्रिक पुरवठ्यांशी पायलट दिवे जोडून ठेवले तर एक इलेक्ट्रिक पुरवठा बंद पडला तर दुसऱ्या चालू पुरवठ्याचा चटकन उपयोग करणे शक्य असते.

बंद पडलेल्या ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेची जलद तपासणी

कार्यक्रम चालू असताना ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था अचानक बंद पडली तर बिघाड उत्पन्न झालेला विभाग शोधून काढण्यासाठी खालील क्रमिक तपासणी करता येते व बिघाड उत्पन्न झालेला विभाग बदलून ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्थेचे कार्य पुन्हा जलद चालू करता येते :—

(१) इलेक्ट्रिक पुरवठा जर बंद पडलेला असेल तर पायलट दिवा विझल्यावरून असा विघाड तात्काळ समजून येईल. अशा परिस्थितीत दुसऱ्या इलेक्ट्रिक पुरवठ्याशी सर्व उपकरणांची ताबडतोब जोडणी करता येते.

(२) इलेक्ट्रिक पुरवठा चालू असेल तर त्यानंतर मायक्रोफोन मिक्सर विभागाच्या कार्याची तपासणी हेडफोन्स किंवा मीटरसारख्या कार्यनिरीक्षक साधनातर्फे करता येते. मायक्रोफोन मिक्सरचे कार्य बंद पडलेले आढळले तर दुसरा मायक्रोफोन हाताशी असल्यास त्याची जोडणी करून मिक्सर विभागाचे कार्य चालू होते किंवा नाही ते पहावे. दुसरा मायक्रोफोन वापरून मिक्सर कार्य सुरू झाले तर पहिल्या मायक्रोफोनमध्ये बिघाड दर्शविला जातो. दुसरा मायक्रोफोन वापरूनही मिक्सर कार्य सुरू होत नसेल तर हाताशी मदतीस ठेवलेला मायक्रोफोन मिक्सर ताबडतोब बदलून कार्यान्वित करता येतो.

(३) ॲम्प्लिफायरमधील बिघाड छोटया कार्य निरीक्षक लाऊडस्पीकरच्या साहाय्याने लगेच दर्शविला जातो. ॲम्प्लिफायरमध्ये बिघाड होऊन त्याचे कार्य बंद पडलेले असेल तर मदतीस राखून ठेवलेला दुसरा सुस्थितीत असलेला ॲम्प्लिफायर ताबडतोब कार्यान्वित करून सर्व लाऊडस्पीकर्सची जोडणी लाऊडस्पीकर विभागणी फलकातर्फे ह्या ॲम्प्लिफायरशी करून ध्वनिवर्धन व वितरण व्यवस्था जलद चालू करता येते.

असो. हे शेवटचे प्रकरण संपविण्यापूर्वी एक सूचना येथे द्यावीशी वाटते आणि ती म्हणजे ध्वनि-वर्धन व वितरण व्यवस्थेत निर्माण होणारे ९० टक्के बिघाड ह्या प्रकरणाच्या सुरुवातीला दिलेल्या

तपासणींचा उपक्रम नित्य अवलंबिल्यास निश्चितपणे टाळणे शक्य असते. व्हॉल्व्ह अॅम्प्लिफायर्सच्या बाबतीत व्हॉल्व्हमध्ये जरी बऱ्याच प्रमाणात बिघाड होत असले तरी व्हॉल्व्ह एकाएकी असे क्वचितच खराब होतात. ते खराब होण्यापूर्वी हळूहळू कार्यक्षीण होत जातात व नंतरच निकामी होतात. इलेक्ट्रिक कंडेन्सर्सही खंडित (open) किंवा संक्षिप्त (short) होण्यापूर्वी गुणगुण आवाज (hum), आंदोलक लहरी (oscillations), वगैरे सारखे बिघाड उत्पन्न होतात. जोडतारांमध्ये पुष्कळदा जरी खंड पडत असला तरी तो देखील एकाएकी निर्माण होत नाही. जोडतार एकसारखी मुडपली जाऊ लागली तर साहजिकच ती तुटते. परंतु अनेक धाग्यांची तार (stranded wire) केवळ एकेरी धाग्यावर कित्येकदा जोडलेली राहाते. हा एकेरी धागा शेवटी तुटण्यापूर्वी जोडतारेचे कार्य बेभरवसा होऊ लागते. तात्पर्य, बहुतेक बिघाडांविषयीची पूर्वसूचना नेहमी मिळतच असते. अडचण एवढीच की ध्वनि तंत्रज्ञाकडून अशा पूर्वसूचनांकडे पुष्कळदा दुर्लक्ष केले जाते !

□ □ □

विषय सूची

परिभाषिक शब्दांची सूची

A	
Absorption	शोषण
Acoustics	ध्वनि व श्रवण संबंधित गुणधर्म (सभागृहाचे) व तत्संबंधिचे ध्वनिविद्याशास्त्र
Acoustic feedback	ध्वनि प्रतिपुष्टी
Acoustic Howl	ध्वनि प्रतिपुष्टी
Acceptance Angle	ग्रहणकोन
Amplification	प्रवर्धन
Amplitude	विस्तार, आयाम
B	
Balanced	संतुलित
Basic Electricity	विद्युतशास्त्र
Bass	मंद्रस्वर
Bimorph	जोडपट्टया
Bidirectional	द्विदिश
C	
Capacitance	धारणशक्ती
Capacitive rectance	धारणात्मक अवरोध
Characteristics	गुणविशेष
Control Panel	समीक्षण यंत्रणा
Cone	शंखाकृती पडदा
Coupling	जोडणी
Cycle	सायकल
D	
Dead Area	ध्वनिरहित क्षेत्र
Directional property	दिशावाही ध्वनिग्रहण पात्रता
Distortion	विकृती
Distribution Board	विभागणी फलक
E	
Earthing	जमिनीशी जोडणी
Efficiency	कार्यक्षमता
Exponential law	घातांक नियम

F

Feeder	जोडतारा (लाऊडस्पीकरसाठी)
Frequency Response	ध्वनिकंप्रता प्रतिसाद
Frontal pick-up area	पुढील बाजूने ध्वनिलहरी झेलण्याचे क्षेत्र

H

High Fidelity reproduction	नैसर्गिक व हुबेहूब पुनरुत्पत्ती
Hiss	खरखर आवाज
Hum	गुणगुण आवाज

I

Impedance	संरोधन
Input Impedance	पूर्वजोडणी मंडलाचे संरोधन
Induction	प्रवर्तन
Indoor Installation	बंदिस्त जागी उभारणी
Instability	अस्थिरता (ॲम्प्लिफायर कार्यातील)
Insulation	विद्युत विरोधक आवरण

L

Loudspeaker Columns	लाऊडस्पीकर स्तंभ

M

Magnetic Lines	चुंबकीय विकर्ष रेषा
Matching	जुळवणी
Matching transformer	जुळेसा किंवा योग्य जुळवणीचा ट्रॅन्सफॉर्मर
Mechanical pressure	यांत्रिक दाब
M onitoring Devices	कार्यनिरीक्षक साधने

N

Negative Terminal	ऋणाग्र
Noise level	खरखराटाची पातळी

O

Omnidirectional	बहुदिश
Open Circuit	खंडित मंडल
Outdoor Installation	खुल्या जागेवरील उभारणी

P

Parallel	समान्तर
Phasing	एकतालता
Physcis of Sound	ध्वनिविद्याशास्त्र
Piezo Electricity	दमन विद्युतशक्ती
Polar Diagram	ध्रुवाभिमुख आलेख
Pole piece	चुंबक ध्रुव

P

Positive Terminal	धनाग्र
Power	विद्युत बल

R

Rattle	खडखड आवाज
Rear Rejection Area	मागील बाजूवरील ध्वनिनिरोधनाचे क्षेत्र
Reference level	संदर्भ पातळी
Reliability	विश्वसनीयता
Resistance	विद्युत विरोध
Reverberation	ध्वनि निनाद
Rumble	घरघर आवाज
Rejection Angle	निरोधन कोन

S

Scatter surfaces	ध्वनी फैलावणारे पृष्ठभाग
Sensitivity	संवेदनशीलता
Series	एकसरी
Shield	चिलखती आच्छादन
Short Circuit	संक्षिप्त मंडल
Stand-by Equipment	सहाय्यक प्रतिउपकरणे
Sound Distribution	ध्वनिवितरण
Sound Projection	ध्वनिक्षेपण
Sound-proof chamber	ध्वनी अभेद्य कोठी
Sound level	ध्वनिपातळी
Sound Reflector	ध्वनिपरावर्तक तवकडी
Sound Reinforcement	ध्वनिवर्धन

T

Time Delay	काल विलंब
Time Lag	कालमानात पडणारे अंतर
Tone Quality	स्वरधर्म
Transmission Lines	वाहक जोडतारा
Treble	उच्च स्वरलहरी

U

Unbalanced	असंतुलित
Uniform Response	समसमान प्रतिसाद
Unidirectional	एकदिश

V

Volume level (sound)	ध्वनिपातळी
Voltage	विद्युतदाब

ग्रंथसूची

(1) " Public Address and Sound Distribution Handbook "

(A practical guide to the planning, installation and maintenance of electronic sound amplification equipment) by Alex J. Walker, Hon. Secretary, The Association of P.A. Engineers, London.

Published by George Newnes Ltd., Tower House, Southampton Street Stand, W.C. 2.

(2) " Public Address Handbook "

A manual of Sound Reinforcement by Vivian Capel, Fountain Press Ltd., 46/47, Chancery Lane, London, W.C. 2A 1JU.

(3) " Practical P.A. Guidebook "

(How to install, operate and service public address systems) by Norman H. Crowhurst, Hayden Book Company, INC., Rochelle Park, New Jersey.

(4) " Audio Systems Handbook "

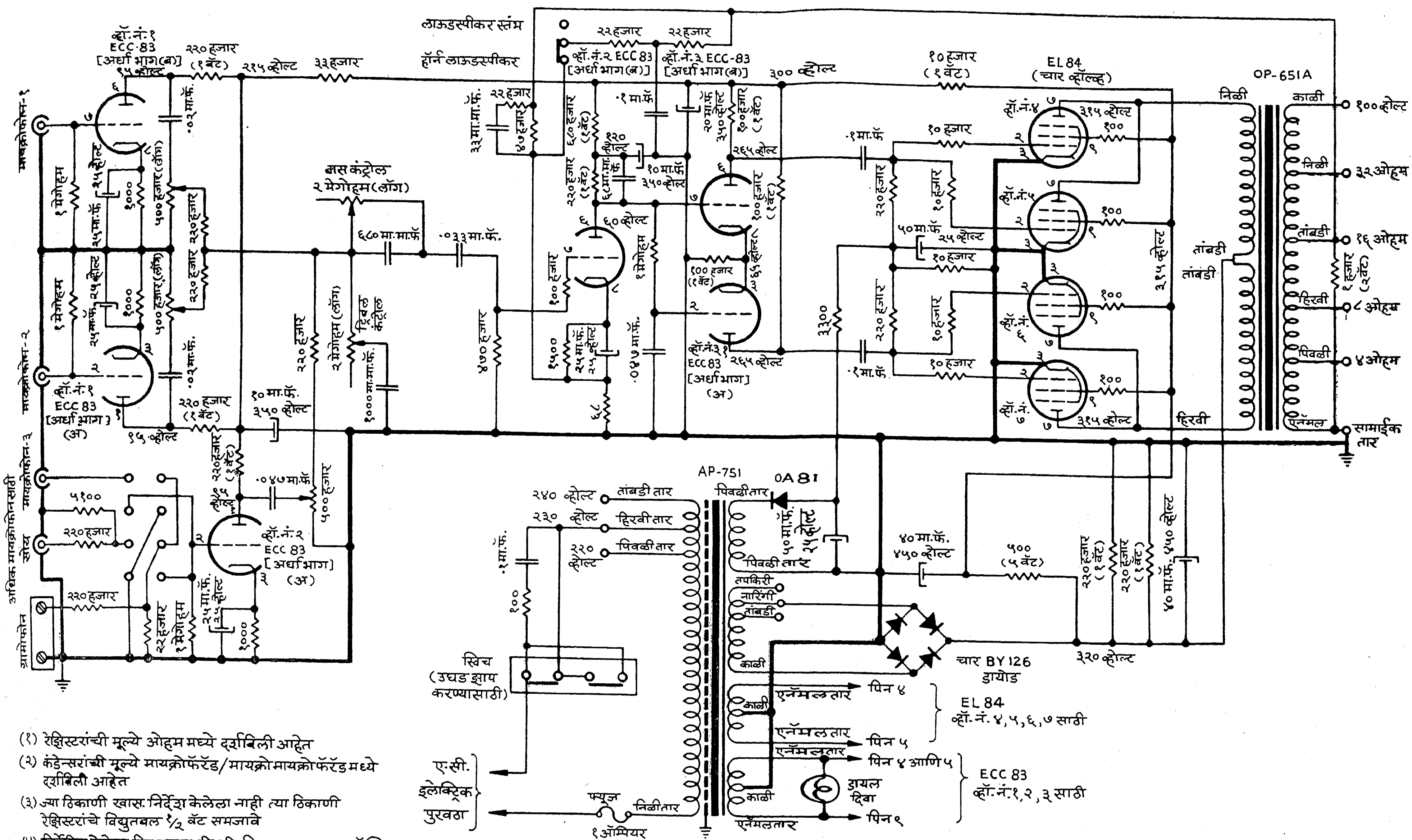
by Norman H. Crowhurst, TAB Books, Blue Ridge Summit, P.A. 17214.

(5) " Public Address Systems "

by Robert Edgar, Bernards (Publishers) Ltd., London.

(6) " The Right Microphone in the right place " Philips publication.

मुद्रणस्थळ : शासकीय मध्यवर्ती मुद्रणालय, मुंबई



(१) रेझिस्टरांची मूल्ये ओहम मध्ये दर्शविली आहेत

(२) कंडेन्सरांची मूल्ये मायक्रोफॅरॅड/मायक्रोमायक्रोफॅरॅड मध्ये दर्शविली आहेत

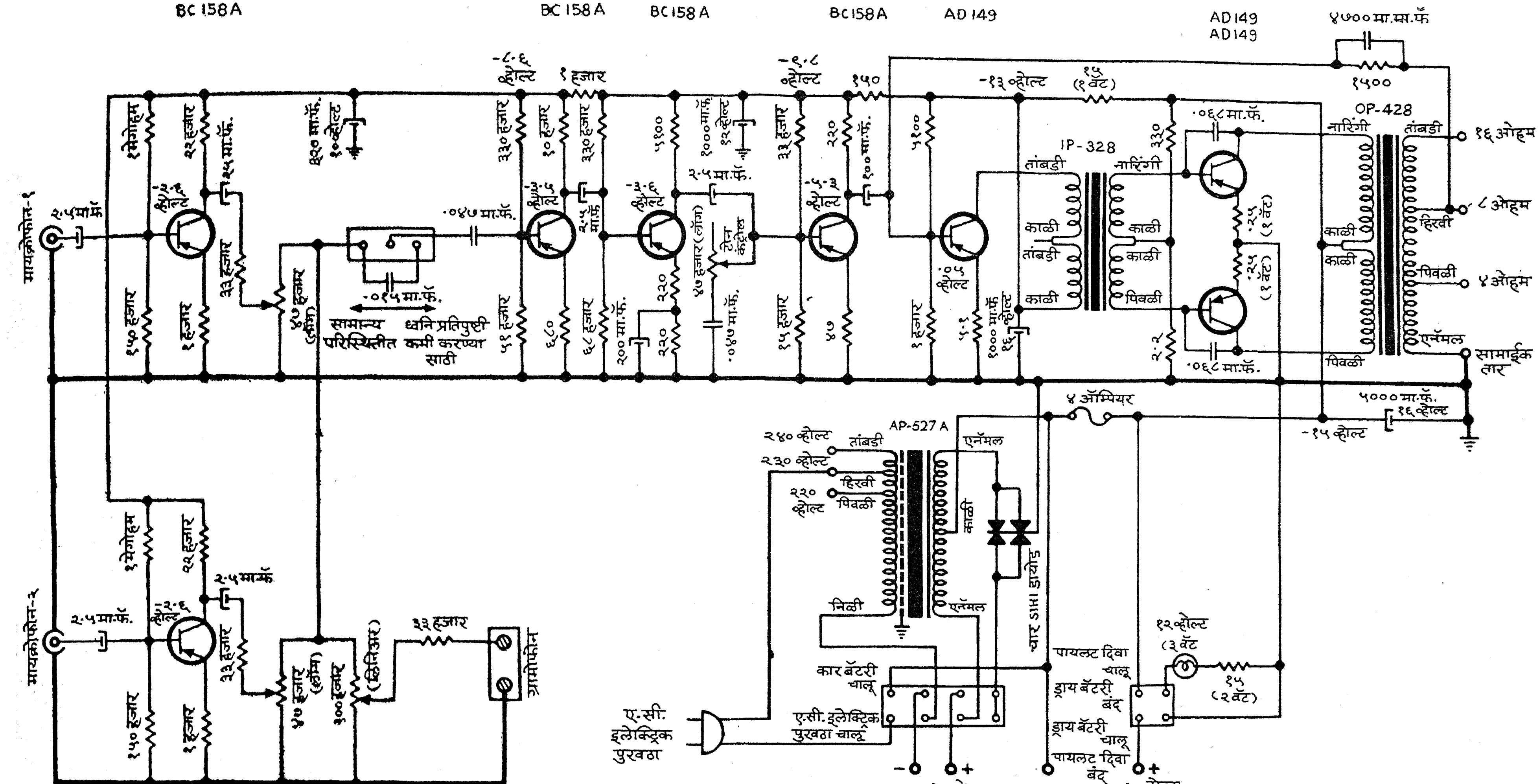
(३) ज्या ठिकाणी खास निर्देश केलेला नाही त्या ठिकाणी रेझिस्टरांचे विद्युतबल ½ वॅट समजावे

(४) निर्देशित केलेला विद्युतदाब डी.सी. विद्युतदाब असून ॲम्प्लिफायर विभागाशी संदेशलहरी संबंधित केलेल्या नसताना ही नोंदणी केलेली आहे

ह्या मंडल नकाशांत अधिक सुधारणा करण्यासाठी पूर्वसूचना न देता बदल करण्यात येतील

ॲम्प्लिफायर मंडल योजना TM-50 - आहुजा रेडिओज़ दिल्ली

(संदर्भ : पान ४५ पाहा)



(१) रेझिस्टरांची मूल्ये ओहममध्ये दर्शविली आहेत

(२) कंडेन्सरांची मूल्ये मायक्रोफॅरड/मायक्रोमायक्रो फॅरड मध्ये दर्शविली आहेत

(३) ज्या ठिकाणी खास निर्देश केलेला नाही त्या ठिकाणी रेझिस्टरांचे वियुतबल $1/2$ वॅट समजावे

(४) निर्देशित केलेला वियुतदाब डी.सी. वियुतदाब असून ॲम्प्लिफायर विभागाशी संदेश लहरी संबंधित केलेल्या नसताना ही नोंदणी केलेली आहे. वियुतदाब नोंदणी दर व्होल्टमागे २०००० ओहम इतकी संवेदनशीलता असलेल्या मीटरवर केलेली आहे.

मंडल नकाशात पूर्वसूचना न देता बदल करण्यात येतील

ॲम्प्लिफायर मंडल योजना UTR-30X-आहुजा रेडिओज् दिल्ली.

(संदर्भ : पान ४५ पाहा)